Staatl. Bibliothek
Regensburg

III. 184. 8
1936. VIII
C.
SBR 069027378319

Physikalischer Kinderfreund

Von

Gerhard Ulrich Anton Vieth
Director der Hauptschule und Professor der Mathematik zu Dessau.

Achtes Bändchen.

Mit 3 Kupfertafeln.

Leipzig,
bey Johann Ambrosius Barth, 1806.

I.

Die Sinne.

Wie wunderbar, meine jungen Freunde! hat die gütige Natur unsere Seele mit der Außenwelt in Verbindung gesetzt! Das Licht strömt mit unbegreiflicher Schnelle von allen Gegenständen in eine kleine mit einer durchsichtigen Scheibe bedeckte Oeffnung ein, und mahlt den Gegenstand auf dem Nervenmarke ab; wir sehen! d. h. wir empfinden Form und Farbe der vorliegenden entfernten und näheren Flächen, und Veränderung des Orts der Körper-Bewegung. Mit dem künstlichen Bau des Werkzeuges, welches für das Licht geschaffen und so empfänglich gegen dessen Eindrücke ist, haben wir uns vorhin unterhalten. Wir haben gesehen, daß es aus verschiedenen Häuten und Feuchtigkeiten besteht, und durch verschiedene Muskeln nach allen Richtungen hin beweglich ist. Diese kleine runde Oeffnung, welche wir Pupille nennen, — wie unend-

lich viele Begriffe erhalten wir durch sie! Sie ist eigentlich für unsere Seele die Thür zu dem Universum; das Stäubchen, welches vor uns schwebt, und der Fixstern in unermeßlicher Entfernung; der Wassertropfen, in welchem eine Welt von Infusionsthieren, und der unbegränzte Himmel, in dem die unzähligen Weltkörper schwimmen; alles zeigt uns sein Daseyn, seine Form, seine Farbe durch diese kleine Oeffnung von der Größe eines Nadelknopfs.

Das Gesicht setzt uns mit der ganzen Welt, mit den entferntesten überirdischen oder außerirdischen sowohl als mit den nächsten und irdischen Dingen in Verbindung; das Licht entfernter Sonnen wird durch Billionen Meilen noch nicht so geschwächt, daß es ein menschliches Auge nicht noch zu empfinden vermögte.

Das Gehör hingegen erstreckt sich nur auf sehr geringe Weiten in Vergleichung mit jener. Mit diesem Sinne sind wir nur auf die Erde und auf eine Sphäre von mäßigem Umfange eingeschränkt. Die Natur bringt keinen Schall hervor, der auf hundert Meilen hörbar für das menschliche Ohr wäre; — die Kunst noch viel weniger. Durch zwanzig bis dreyßig Meilen höchstens mag ein starker Donner des Gewitters oder der Kanonen noch unter günstigen Umständen unser Ohr erreichen und schwach rühren können.

Der Geruch, für eine noch weit engere Sphäre bestimmt, benachrichtigt uns bloß von dem Daseyn naher Körper, oder genau genommen, unmittelbar nur von den Theilen, die aus den riechenden Körpern sich losreißen und zu unserer Nase kommen.

Der Geschmack endlich läßt uns nichts empfinden, als nur bey unmittelbarer Berührung der Körper mit unserer Zunge.

Das Gefühl oder die Betastung kann ebenfalls nicht in der Entfernung wirken, sondern verlangt unmittelbare Anbringung des Organs an den Gegenstand, von welchem wir vermittelst desselben Begriffe erlangen wollen.

2.

Fortsetzung.

Laßt uns noch einige Vergleichung dieser Canäle, wodurch die Außenwelt zu unserer Kenntniß kommt, anstellen. Wir verglichen so eben die Ausdehnung der Sphäre, in welche sie hinausreichen. Die Entfernung war beym Gesichte beynahe unendlich, beym Geschmack und Gefühl ganz oder beynahe Null. Fast eben so verschieden an Werth und Würde und Menge sind die Be-

Begriffe mit ihren Folgen, deren wir durch sie theilhaftig werden.

Das Gesicht! welche Menge von Begriffen führt es uns zu, und wie unermeßlich ist die Summe von Kenntnissen, die sich auf Gesichtsbegriffe gründet und beziehet! Ach, der Arme! der dieses Organs von der Geburt an beraubt ist, wie viel Glück entbehrt er! Für ihn verbirgt sich dieser prachtvoll gestirnte Himmel, der den Geist in eine Ewigkeit von Zeit und eine Unermeßlichkeit von Raum hinaus entzückt; für ihn diese paradiesische Erde, wo Wald und Wiese und Fluß und Thal und Gebirge im Sonnenlichte glänzen. Kein blauer Himmel! keine Morgenröthe! kein Sonnenaufgang! Alle Wunder der Schöpfuug im Großen wie im Kleinen sind für ihn vernichtet! Wenn wir Alle diesen Sinn entbehrten, was würde unsere Physik seyn? Sie ist so schon nur eine unvollständige Fragmentensammlung und ein Gemisch von wenig Wahrheiten und vielen Annehmungen, aber ohne Gesicht würde sie beynahe Null seyn. Selbst das, was eigentlich der Gegenstand des andern edleren Sinnes, des Gehörs ist, der Schall, wird nur durch das Gesicht für uns einer Theorie fähig.

Das Gehör! — Freylich jetzt, da schon die Sprache durch eine menschliche Gesellschaft mit vollzähligen fünf Sinnen längst erfunden ist, führt es uns vermittelst dieser Sprache alle möglichen Begriffe zu; aber man denke sich die Spra-

che eines nicht sehenden Volks, wie arm, wie mangelhaft müßte sie seyn! Das Gesicht ist der Sinn der Vorstellung, dagegen ist das Gehör der Sinn der Empfindung. Das Licht dringt durch das Auge in den Kopf und weckt hier Gedanken; der Ton dringt durch das Ohr in das Herz, und erregt Gefühle. Das Aechzen des Schmerzes, das Jauchzen der Freude, ergreift unser ganzes Nervensystem mit unwiderstehlicher Gewalt, und reißt uns zum Mitleiden oder zur Mitfreude hin.

Geruch und Geschmack sind die Sinne des gröbern thierischeren körperlicheren Gefühls, Bedürfnisses und Genusses. Geist und Herz haben ihren Stoff fast nur dem Auge und dem Ohr zu danken; wenig liefern ihnen Nase und Zunge. Doch um nicht ungerecht zu seyn, wollen wir doch wenigstens dem Geruch nicht alles Verdienst in intellectueller und sentimentaler Hinsicht absprechen, denn in der That ist dieser Sinn mittelbar im Stande, Vorstellungen und Gefühle — aus vergangener Zeit — in uns wieder hervorzurufen. Der Geruch einer Sache zaubert uns oft die Gegenstände und Situationen unserer Jugend zurück; aber ich wollte mich mit meinen jungen Lesern nicht vom Geruche und noch weniger von Kinderjahren, sondern vom Gehör und was dahin gehört, unterhalten. Des Geschmacks wollen wir gar nicht erwähnen;

nen; er ist dankeswerth, und hat seine vielen Liebhaber, aber er liegt hier außer unserem Zwecke.

3.

Hervorbringung des Schalles.

Das Gehör, nebst dem Gesicht der edelste und feinste Sinn, besteht in der Empfänglichkeit für zitternde schwingende Bewegungen von gewisser Schnelligkeit. Ob zu jeder Sinnesempfindung nicht etwa überhaupt zitternde Bewegung — das heißt Stöße, die wiederholt auf einander folgen, eine nothwendige Bedingung sey, wollen wir der Physiologie zu untersuchen überlassen. Bey dem Gehöre wenigstens überzeugt uns alles von dem Daseyn der Erzitterung. Wenn uns vielleicht das Ohr selbst dieses unentschieden lassen würde, so entscheidet es Gesicht und Gefühl bey so vielen Körpern, welche Schall hervorbringen, z. B. bey gespannten Saiten, besonders bey solchen, welche eine ziemliche Länge haben, bey Glocken, Bretern, Glasscheiben u. dgl.; Finger und Augen fühlen und sehen hier Erzitterung, indem die Ohren den Schall hören.

Das Wort Schall bedeutet eigentlich die Empfindung, die das Ohr oder Gehörorgan durch die zitternde Bewegung bekömmt; nicht diese Bewegung selbst wird eigentlich Schall genannt, sondern nur uneigentlich. Körper, durch welche Schall hervorgebracht wird, das heißt also, die in solche zitternde Bewegung von hinlänglicher Geschwindigkeit gesetzt werden können, nennet man schallende, sonore Körper. Doch braucht man diese Wörter gewöhnlich nur von solchen, die dazu in einem vorzüglichen Grade tüchtig sind; denn überhaupt mögte wohl kein Körper in der Natur seyn (wenn wir etwa die imponderablen feinen Flüssigkeiten ausnehmen), welcher nicht auf unser Ohr wirken könnte.

Ist Erzitterung nothwendig zur Hervorbringung des Schalles, so muß jeder schallende Körper einige Elasticität haben; auch kennen wir keinen Körper, dem diese Eigenschaft gänzlich fehlte. Theile, welche durch einen Stoß aus ihrer Lage gebracht sind, müssen sich wieder darein zurücksetzen, sonst würde kein zweyter, dritter Stoß, keine Erzitterung erfolgen können. Je elastischer ein Körper ist, desto geschickter ist er zur Hervorbringung des Schalles, z. B. gespannte Saiten, metallene Glocken u. dgl.; je unelastischer, desto untauglicher, z. B. ein Streifen Bley, ein Stück feuchtes Leder u. dgl.

4.
Mannigfaltigkeit der Schälle.

Merkwürdig ist die große Mannigfaltigkeit, die in dieser sinnlichen Empfindung Statt findet, und folglich auch in ihrem Objecte, in den Erzitterungen (Schwingungen, Oscillationen) des Körpers Statt finden muß. Der erste Hauptunterschied liegt ohne Zweifel in der Gleichförmigkeit oder Ungleichförmigkeit derselben. Geschehen sie mit gleicher Stärke und Geschwindigkeit, und hat in dem ganzen Körper nur einerley Schwingung Statt, wie zum Beyspiel bey einer gespannten Saite: so ist der Schall dem Ohre angenehm, die Organe werden in die ähnliche regelmäßige Schwingung gesetzt, und diese Gleichförmigkeit nebst einem nicht zu großen oder zu geringen Grade der Stärke scheint das Angenehme der Empfindungen zu bewirken. Einen solchen Schall nennen wir Klang; er findet nur bey solchen Körpern Statt, welche aus gleichartigen Theilen*) bestehen und elastisch genug sind, um die erhaltene Erzitterung fortsetzen zu können.

Ein Schall hingegen, bey welchem zugleich mehrere Theile des Körpers Schwingungen von unglei-

*) Es versteht sich, daß hier nicht gleichartige Bestandtheile im chemischen Sinne gemeynt sind.

ungleicher Stärke und Schnelligkeit annehmen, ist, wenn auch nicht immer widerlich, doch nicht angenehm, und kann bis zum Davonlaufen unangenehm werden. Wie nervenzerreissend ist zum Beyspiel das Zerschneiden eines Stricks mit einem stumpfen Messer, oder das Kritzeln mit der Gabel auf einen steinernen Teller oder mit einem Rechenstift auf einer Schiefertafel!

Ferner in dem Angenehmen, wie in dem Unangenehmen, im Klange, wie im bloßen Geräusch — welche Verschiedenheit der Modificationen! Der Klang einer angeschlagenen Klaviersaite, wie ganz anders, als der von einer Darmsaite, übrigens auf denselben Ton gestimmt! Wie ganz anders wiederum der von einem Glase, von einer Glocke, von einem Blaseinstrumente! Und wie verschieden hier wiederum der Ton der Flöte von dem des Waldhorns, der Trompete, der Hoboe, der Clarinette, der Menschenstimme! Die Mannigfaltigkeit der Gattungen von bloßem Geräusch ist, wo möglich, noch größer.

Sodann welche Verschiedenheit in Ansehung der Höhe und Tiefe eines Klanges oder eines Tones! denn so nennen wir einen Klang, in so fern er mit einem andern in Ansehung der Höhe und Tiefe verglichen wird. Diese Höhe und Tiefe rührt von der Schnelligkeit der Schwingungen her. Je schneller die Schwingungen sich folgen, desto höher, je langsamer, desto tiefer. Dieses

hier

hier nur vorläufig; wir werden von dieser Mannigfaltigkeit in der Folge mehr zu sagen haben.

Endlich in Ansehung der Stärke und Schwäche, welche lange Reihe von Gradationen von dem furchtbaren Donner des Gewitters, oder des wüthenden Vulcans, oder der Kanonen, bis zum leisen Schlage der Taschenuhr; vom Brausen der Sturmwinde oder des Wasserfalls bis zum kaum hörbaren Säuseln des Zephirs; vom Gebrülle des Löwen oder des Stiers bis zum Zirpen einer Grille!

In der That, die Natur hat unendlich viel Mannigfaltigkeit in die Schälle und Töne der leblosen wie der lebenden Schöpfung gelegt. Wie todt würde diese ohne jene seyn! Ach, Armer, rufen wir auch hier aus, der du den Sinn für diese Seite der Natur entbehrst! Und zehnfach Armer, der du ihn von der Geburt an entbehrtest! Für dich ist kein Rollen des Donners, kein Rauschen des Wasserfalls, kein Zwitschern des Vogels, keine Zauber der Musik, und ach! keine Sprache!

5.

Ueber fehlende und neue Sinne.

Freut euch, meine jungen Freunde! fühlt euer Glück mit froher Dankbarkeit gegen den Urheber

der

der Natur, daß ihr mit allen Sinnen die Wunder derselben auffassen könnt; und erleichtert, wo ihr könnt, das Schicksal derer, denen einer der feinern Sinne fehlt. Bedaurenswürdig ist der Blinde, fast noch mehr der Blindgewordne, als der Blindgeborne; bedaurenswürdig ist der Taube, aber umgekehrt weit mehr der Taubgeborne, als der Taubgewordene. Unendlich bedaurenswürdig der Unglückliche, dem beyde Sinne fehlen. Für ihn giebt es beynahe keine Schöpfung, er ist fast keiner andern als thierischen Existenz fähig, er ist gleichsam eingemauert in seiner Körperhülle. Der Außenwelt sind die beyden Hauptzugänge versperrt, wodurch sie auf seine Seele wirken könnte; es kann daher auch keine Welt in ihm sich entwickeln. Der Geist eines Newton in einem Hirnschädel, dessen Augen- und Ohrenöffnungen von der Geburt an fest verschlossen wären, — würde er sich über die niedrigsten Stufen der Entwickelung erheben können? — Doch wer weiß! Wir hörende und sehende Geschöpfe können uns nicht gut in diese unglückliche Lage denken. Auch durch das Gefühl kämen ihm doch die Begriffe von Raum und Form und Zahl, von Wärme und Kälte, von Gewicht und Bewegung, von Glätte und Rauhheit, Weiche und Härte, Festigkeit und Flüssigkeit. Durch den Geruch die von Wohlgerüchen und Uebelgerüchen, von Beschaffenheit der Luft, u. dgl. — Nein! er würde doch nicht ganz auf der untersten Stufe stehen blei-

bleiben, sein Geist würde sich dennoch entwickeln und die Begriffe combiniren, er würde sich seine Mathematik und seine Dynamik erfinden. Hält nicht der zwar nicht taube, aber doch von Jugend auf blinde Saunderson Vorlesungen über Optik und Algebra? Wer weiß, wozu es auch ein Geist in einem Körper bringen könnte, der sowohl des Auges als des Ohres ermangelte.

Eine andere Betrachtung schließt sich leicht an diese an, nämlich, ob wir nicht vielleicht das gegen Geschöpfe anderer Art sind, was einer ohne Gesicht und Gehör gegen uns mit fünf Sinnen ausgestattete Menschen ist. Sollten nicht Sinnorgane möglich seyn, die uns allen fehlen? Wir haben zwar keinen Begriff davon, eben weil wir nur von demjenigen Begriffe haben können, was wir durch unsere fünf Sinne wahrnehmen; aber der Verstand muß doch gestehen, daß es möglich sey. Der Blinde hat eben so wenig Begriff von Farben, der Taube von Tönen. Eben so können wir keinen Begriff von Dingen haben, für die uns die Organe und somit auch die Worte fehlen. Die Natur kann noch manche Eigenschaften in sich vor unsern Augen verbergen; es können viele Seiten seyn, die wir nie mit diesem menschlichen Leibe entdecken; es können um und neben uns Phänomene vorgehen, die wir durchaus nicht wahrnehmen, weil sie weder auf Gesicht noch auf Gehör, Geruch, Geschmack und Gefühl wirken. Ein neuer Sinn, ein neuer Zu-

gang

gang zu unserm Geiste eröffnet, und eine neue Welt steht vor ihm da; so wie eine neue Aussicht in eine Gegend, wenn ein bisher verschlossener Fensterladen geöffnet wird. Diese Betrachtung weckt unsere ganze Neugierde. Was mögen das für Phänomene seyn, die wir, ohne den Ort des Schauplatzes zu verändern, noch wahrnehmen könnten? Werden wir nach dem Tode vielleicht mit solchen neuen Sinnorganen ausgestattet werden, wodurch wir neue Wunder der Schöpfung entdecken?

Doch wir wollen aus dieser neuen Welt, die jetzt für uns nur noch erträumt ist, in die für uns wirkliche zurückkehren, in der wir mit unsern fünf Sinnen noch so viel zu lernen haben.

6.

Beyträge zu einem akustischen Wörterbuche.

In der Welt der Töne also wollen wir uns etwas näher umsehen, oder umhören vielmehr. Eine Welt von Tönen! in der That, so kann man es nennen — welche Mannigfaltigkeit! Die Sprachen, sowohl der gebildeten als der ungebildeten Völker, wie reich an nachahmenden Wörtern und Lauten sind sie nicht, um diese Mannigfal-

faltigkeit auszudrücken! Die Welt der Töne ist ganz eigentlich der ursprüngliche Gegenstand der Sprache und der Grund ihrer Erfindung. Man könnte ein ganzes kleines Lexicon über die Wörter schreiben, welche Gattungen von Schällen und Klängen in der leblosen und lebenden Schöpfung ausdrücken. Wir wollen einmal einen kleinen Versuch zu einem solchen Verzeichnisse machen, vielleicht ist es meinen jungen Lesern nicht uninteressant.

Wir könnten die Schälle etwa folgendermaßen classificiren — erstlich Schälle der leblosen Natur, zweytens thierische Laute. Bey der ersten Classe können wir wieder unterscheiden solche, welche festen Körpern (harten oder weichen), und solche, welche flüssigen (tropfbaren oder luftförmigen) zukommen. Bey der zweyten Classe können wir die thierischen von den menschlichen absondern. Das Verzeichniß mag immerhin unvollständig und die Classification nicht scharf genug seyn; wir wollen es nur als einen unvollkommenen Versuch ansehen.

Also:

A. Wörter, welche von Schall und Klang überhaupt gebraucht werden.

1. Schall. Das allgemeinste Wort, wodurch man die Wirkung bezeichnet, welche ein mit gewisser Geschwindigkeit oscillirender Körper auf unser Gehörorgan macht. Zeitwort schallen. Das Wort Hall wird vor-

vorzüglich gebraucht von großen, weiten Räumen, worin ein Schall erregt wird. Zeitwort hallen.

2. Klang. Ein Schall, wo die Oscillationen gleichförmig sind und eine Zeitlang fortdauern. Ton, ein Klang im Verhältniß zu einem andern. Zeitwort tönen.

3. Geräusch. Ein Schall, wo die Schwingungen ungleichförmig sind. Lärmen, starkes, verwirrtes Geräusch.

4. Die Bestimmungswörter hell, dumpf, hoch, tief, schwach, stark.

B. Besondere Gattungen von Schällen, hauptsächlich aus der leblosen Natur; und zwar zuerst solche, die meistens festen, harten Körpern zugeschrieben werden.

5. Klappen. Wenn zwey harte Körper gegen einander schlagen; meistens nur, wo die Massen nicht gar groß und der Ton nicht gar tief ist. Ein Bret, welches auf ein anderes fällt, eine kleine Thür klappt; ein herunterfallender Balken, ein Thorflügel verlangt schon ein stärkeres Wort.

6. Klappern. Wenn solche Körper von nicht gar großer Masse wiederholt gegen einander schlagen, meistens von Holz oder ähnlichen mäßig harten und mäßig elastischen Materien.

7. Knarren. Wenn zwey harte Körper sich mit vieler Friction auf einander verschieben. Ein Thürangel, die Achse eines schwerbeladenen Frachtwagens knarrt.

8. Knacken. Wenn ein mäßig harter Körper zerbricht, oder wenigstens Theile desselben plötzlich von einander getrennt oder auch wohl an einander plötzlich verschoben werden. Ein Stock im Zerbrechen knackt; man läßt die Finger knacken. Knacksen, noch etwas plötzlicher. Interjectionen davon sind knack! und knacks!

9. Knattern. Aehnliches Geräusch oft hinter einander wiederholt. Trockenes Holz knattert, wenn es mit heller Flamme im Kamin brennt.

10. Knittern. Beynahe gleichbedeutend, doch etwas feinerer Schall. Trockenes, ziemlich starkes Papier u. dgl. knittert, wenn es zerkraußt wird.

11. Knistern. Auch dem Knattern ziemlich gleichbedeutend, z. B. von Holz im Ofen, auch von dünnem Messing, dem sogenannten Knistergolde und ähnlichen Dingen.

12. Knastern. Wie obiges.

13. Schurren. Wenn zwey rauhe Körper sich mit einiger Friction auf einander verschieben, besonders wenn Sand oder dergleichen zwischen ihren Flächen ist.

14. Schnurren. Bey Spinnrädern und dergleichen: Schnurre, Rädchen, schnurre. Diese Wörter, wie die meisten übrigen, ahmen den Schall selbst nach. Der Schall, der durch Schurren und Schnurren bezeichnet wird, hat offenbar den Laut der Buchstaben S und R in sich.

15. Scharren und

16. Schnarren. Beynahe ganz wie die beyden vorhergehenden; nur genau genommen vielleicht bey geringerer Masse und Stärke, so wie das a heller, das u hohler klingt. Ein Schrank, auf dem Fußboden fortgeschoben, schurrt; die Fußsohle, auf den Dielen fortbewegt, scharrt.

17. Rasseln. In dem Worte tönt Metall — Ketten rasseln, ein Wagen rasselt über die Straße.

18. Prasseln. Am meisten von hellbrennendem großem Feuer. Die Flammen einer Feuersbrunst prasseln.

19. Rumpeln. Von hölzernen hohlen Kasten, die über unebnem und hartem Boden geschleift werden, oder in denen Steine oder dergleichen sich herumwälzen; es ist immer etwas Resonanz dabey.

20. Klirren. Stein und Metall in minderen Massen dicht an einander, schnell zusammenstoßend. Ketten klirren, Tassen klirren. Klirr! Interjection.

21. Poltern. Beynahe wie Rumpeln; vielleicht bey härterem Anschlagen, wie das harte t anzudeuten scheint.

22. Rollen. Als Schallwort, von dem Schalle von Rädern, Walzen, Kugeln, die auf nicht gar zu unebnem Boden fortbewegt werden. Auch von dem ähnlichen Schalle des entfernten Donners.

23. Klatschen. Beym Zusammenschlagen der Hände u. dgl., auch bey nassen Körpern, z. B. ein nasses Tuch auf die Fläche des Wassers oder gegen eine andere Fläche geschlagen. Von Peitschen würde man vielleicht richtiger knallen sagen.

24. Klingeln. Das Wort Klingen ist allgemein; das Klingeln aber, obgleich das l in der letzten Silbe nur ein Verkleinern und Wiederholen andeutet, wird nur von festen, harten, elastischen Körpern von geringer Masse gebraucht: Klingeln mit einem Glöckchen, mit einem Glase. Im Niedersächsischen pingeln. Kling! Interjection.

25. Knirschen. Wenn etwas durch große Gewalt zerdrückt oder verschoben wird. Der Schnee knirschet unter den Fußtritten und Wagenrädern, wenn es stark friert; das Zinn knirschet, wenn es gebogen wird; auch wenn zwey harte Körper über einander verscho-

schoben werden; Knirschen mit den Zähnen. Immer Ueberwindung starker Friction.

26. Picken. Schnelles augenblickliches Berühren oder Anstoßen eines harten, spitzigen Körpers von geringer Masse an einen andern ebenfalls harten Körper. Ein Vogel pickt mit dem Schnabel.

27. Pickern. Das r bezeichnet und mahlt gleichsam das schnell wiederholte Anstoßen.

28. Ticken. Ungefähr wie Picken, nur daß hier nicht gerade der Begriff des Spitzigen vorwaltet, den dort das spitzige p andeutet. Tick-tack, Interjection.

29. Tickern. Hier wieder das r der schnellen Wiederholung. Eine Taschenuhr tickert.

30. Schrapen. Wenn ein halbscharfer harter Körper über eine Fläche mit starker Friction hingezogen wird, ein stumpfes Messer auf einem zinnernen Teller, der Schlittschuh auf dem Eise.

31. Schnippen, Schnappen. Schall beym plötzlichen Losschnellen eines elastischen Körpers von geringer Masse: Schnippen der Finger; Schnappen eines Schlosses, eines Deckels. Schnipp! schnapp! Interjection.

32. Pochen. Wiederholtes mäßig starkes Anschlagen, besonders an Holz, z. B. an die Thür, an die Wand.

33. Klopfen. Beynahe dasselbe — mehr Stärke.

7.

Fortsetzung.

C. Für Schälle von flüssig tropfbaren Materien, also vorzüglich vom Wasser. (Weiche Körper geben wenig Schall, daher auch keine charakterisirende Wörter dafür.)

34. Tröpfeln. Wird auch als Schallwort gebraucht, wenn Wasser tropfenweis herabfällt.

35. Platschen. Beym schnellen Eindringen eines Körpers in den flüssigen, nicht tief unter dessen Oberfläche. Beym plötzlichen tiefen Eindringen ist der Schall hohler, und wird durch u statt des a charakterisirt.

36. Plätschern. Oefteres Wiederholen des vorigen durch das r angezeigt, immer nur auf der Oberfläche. Der herabfallende Regen plätschert auf der Wasserfläche, die Enten plätschern in einer Pfütze.

37. Plumpen. Hier tiefes, schnelles Eindringen, wobey eine tiefere augenblickliche Höhlung im Wasser, und daher ein tieferer, hohlerer Schall, den das u andeutet. Ein

Stein

Stein plumpt ins Wasser. Plumps! Interjection.

38. Pluntschen (niedersächsisch). Ungefähr eben so. Mit einer langen Stange wird in das Wasser geplunt sch t, um die Fische ins Netz zu treiben. Sehr nachahmend; die erste Sylbe mahlt gleichsam das Eindringen des Körpers, die zweyte, mit dem sch, das Wiederzusammenschlagen des Wassers.

39. Strullen (niedersächsisch). Für das Herunterströmen eines starken Wasserstrals im Wasser.

40. Rieseln. Leiser Schall bey fortfließendem Wasser über kleine Unebenheiten. Das Wasser im Bach rieselt.

41. Rauschen. Zwar ziemlich allgemein — (daher Geräusch) doch besonders auch vom Wasser in großen Massen. Rauschen des Wasserfalls.

42. Bullern (niedersächsisch). Hohles Getöse stark bewegter großer Wassermassen, besonders in einiger Entfernung. 'T-Haff bullert (das Haff bullert), sagt man an der Küste der Nordsee, wenn man weit landeinwärts das Getöse der Brandung hört (man pflegt daraus auf stürmisches Wetter zu schließen). Bullerborn.

43. Prudeln. Vom Wasser, welches durch Hitze getrieben aus einer Oeffnung hervordringt, z. B. bey heißen Quellen.

44. Brodeln. Ungefähr dasselbe, doch mehr vom Wasser mit Asche oder dergleichen vermengt, wenn es durch Feuer in innere Bewegung kommt.

45. Blubbern (niedersächsisch). Das Geräusch, was große und in Menge aufsteigende Luftblasen im Wasser machen.

D. Für Schälle von bewegter Luft.

46. Sausen. Wenn eine große Luftmasse sich schnell durch Bäume oder dergleichen fortbewegt (der Wind sauset), oder wenn umgekehrt ein Körper durch die Luft schnell fortbewegt wird — im sausenden Galopp.

47. Säuseln. Vom schwachen Winde, welcher die Blätter bewegt.

48. Brausen. Stärker und rauher als Sausen, auch vom Wasser. Der Sturmwind braust durch den Wald, der Wasserfall braust.

49. Pfeifen. Wenn die Luft durch enge Oeffnungen sich durchdrängt, so daß ein Ton entsteht.

50. Zischen. Auch beym Durchdrängen der Luft durch eine Enge, doch ohne daß regelmäßige, gleichförmige Schwingnngen entstehen.

51. Donnern. Der erhabene, tiefe, hallende und rollende Schall, der auf den Blitz folgt, und aus der plötzlich ausgedehnten und

und wieder zusammenschlagenden Luft entsteht. Auch vom Geschütz und jedem ähnlichen Schall; der Vulcan donnert.

52. Ballern (niedersächsisch, verschieden von Bullern). Von Bretern, die auf einander geworfen werden, auch vom Losschießen des kleinen Gewehrs.

53. Knall, Knallen. Zwar ziemlich allgemein für jeden plötzlichen, starken, einfachen, augenblicklichen Schall, doch vornehmlich von Explosion einer eingepreßten Luft. Die Büchse knallt. Die Peitsche knallt.

54. Flappen (niedersächsisch). Ein geringeres Geräusch bei einer Luftexplosion, wie z. B. bey einem auf gewisse Art gefalteten Bogen Papier, wenn er durch schnelle Bewegung entfaltet wird, bey einer kleinen Kinderpeitsche u. dgl.

55. Krachen. Hätte oben unter den Schallwörtern für feste Körper angeführt werden können. Wenn ein solcher Körper von solcher Masse zerbricht, so kracht es. Der Balken kracht. Das Haus, welches bey einer Feuersbrunst oder bey einem Erdbeben zusammenstürzt; das Schiff, welches auf eine Klippe geworfen wird, kracht. Häufig wird es aber auch vom Donner, vom Geschütz, kurz von Explosion luftartiger Massen gebraucht.

56.

56. Schmettern. Hiervon gilt eben die vorige Bemerkung; es wird von festen, heftig zusammenschlagenden Körpern, häufig aber auch von Explosionen gebraucht. Der Donner schmettert, besonders, wenn der Blitz in der Nähe einschlägt; die Trompete schmettert. Die drey t und das r drücken die öftere schnelle Wiederholung eines harten Schalles aus.

8.

Fortsetzung.

E. Schälle von Thieren (vornehmlich Quadrupeden) durch die aus den Lungen hervorgebrachte Luft.

57. Bellen. Vorzüglich von Hunden; plötzlich ausgestoßener Laut aus vollem Halse, mit weit geöffnetem Munde (Maule).

58. Murren. Dumpfer Schall mit geschlossenem Munde durch die Nase.

59. Brummen. Fast das Nämliche, etwas tiefer und lauter. Der Bär brummt.

60. Murksen. Ein beynahe nur plebejisches Wort für einen abgestoßenen Laut mit geschlossenem Munde, wie z. B. die Kaninchen oft hören lassen.

61.

61. Heulen. Anhaltender starker Laut, meistens ein Zeichen des Hungers oder des Schmerzes. Der Wolf, die Hyäne, der Hund heult.

62. Knurren. Fast wie Murren. Laut durch die Nase, Zeichen des Unwillens.

63. Meckern. Unterbrochener Laut; fast nur von Ziegen.

64. Miauen. Gezogener feiner Laut der Katzen.

65. Blöcken. Das Schaf blöckt.

66. Tuckern (vielleicht nur niedersächsisch). Von kleinen Lämmern.

67. Brüllen. Starker tiefer Laut. Das Rindvieh brüllt; der Löwe brüllt.

68. Grunzen. Von Schweinen.

69. Wiehern. Von Pferden.

70. Quacken. Von Fröschen.

F. Von Vögeln.

71. Girren. Die Nachtigall girrt; man braucht es auch von Tauben.

72. Zwitschern. Von Sperlingen, Lerchen, u. dgl.

73. Krähen. Die Krähe hat ihren Namen von ihrem Laute.

74. Krächzen. Von Raben.

75. Glucken. Von Hühnern, wenn sie Küchlein haben.

76. Gackeln. Von Hühnern, wenn sie Eyer gelegt haben.

77. Gackern ist dasselbe.

78. Schnattern. Von Gänsen. — Das Gackeln und Schnattern hat außerdem noch eine etwas gehässige Bedeutung, wenn es von Menschen gebraucht wird (wo es denn aber nicht mehr Schallwort ist), nämlich viel und ohne Sinn und Gedanken reden oder schwatzen. Meistens von geschwätzigen Weibern, wiewohl es Männer, oder vielmehr Menschen vom männlichen Geschlecht genug giebt, von denen es eben so richtig gesagt werden könnte.

79. Kollern. Von Truthähnen, (auch von den Explosionen eines Zornigen); plattdeutsch Kludern.

9.

Fortsetzung.

G. Von Menschen endlich, worunter auch manche noch für andere Thiere passen.

80. Blasen. Ausstoßen der Luft durch die Lippen, indem diese an einer Stelle nur etwas weniges sich öffnen. Es möchte schwer

anzu-

anzugeben seyn, durch welche Modification bloßes Blasen in ein tönendes Pfeifen übergeht.

81. Puhsten. Eigentlich das niedersächsische Wort für Blasen; auch als gemeiner Ausdruck das Ausblasen der Luft, wodurch einige, zumal fette, Leute sich Luft machen, wenn ihnen eine Arbeit sauer wird.

82. Stöhnen. Vor Schmerz; vor schwerer Anstrengung.

83. Himen. Ein niedersächsisches Wort für den Ton, womit ein engbrüstiger Mensch die Luft einathmet.

84. Pruhsten. Das niedersächsische Wort für Niesen; sonst als gemeiner Ausdruck des unwillkührlichen Ausbrechens eines zurückgehaltenen Lachens.

85. Schnarchen. Der unangenehme Nasenton, den manche Personen beym Einathmen der Luft, besonders im Schlafe hören lassen.

86. Krunksen. Ein gemeiner Provinzialausdruck, der ungefähr dasselbe bezeichnet, was man sonst Stöhnen nennt.

87. Schmatzen. Ein unangenehmer Schall beym Losschnellen der Zunge vom Gaumen, den manche, besonders gemeine Leute beym Kauen der Speisen hören lassen.

88. Schlürfen. Ein ebenfalls nicht angenehmer Schall, den manche auch wohl Vorneh-

nehme beym Trinken dadurch erregen, daß sie mit der tropfbaren Flüssigkeit zugleich etwas Luft in den Mund ziehen. Einige scheinen sogar etwas Zierliches darin zu finden. Die rechten Weinschmecker, wenn sie die Güte einer Sorte Wein probiren wollen, schlürfen ihn, damit die Luft durch die Flüssigkeit ströme, und mit deren geistigen Duft vermischt desto besser auch auf die Geruchsnerven wirke.

89. Aechzen. Vom Klageruf Ach!

90. Seufzen. Eigentlich der Schall, welchen das Ausströmen der Luft aus einer von Sorgen und Bekümmerniß gepreßten Brust verursacht. Sodann von manchen andern Dingen mehr poetisch gebraucht; z. B. »die Tische seufzten unter der Last des Gerichts,« pflegt man von einem Gastmahle zu sagen, wo für den Magen der Gäste zum Ueberfluß und Ueberdruß gesorgt war. Es ist übrigens gut, wenn der Ueberfluß auf den Tafeln der Reichen nur den Tischen Seufzer auspreßt! — Ueber das eigentliche Seufzen hat ein berühmter Arzt ein eignes kleines Buch geschrieben: Unzer's Abhandlung vom Seufzen. Halle 1747.

91. Schreyen. Jede sehr laute menschliche Stimme (auch wohl von einigen Thieren gebräuchlich), sie mag artikulirt oder unartikulirt seyn; sonderlich von den kleinen Kindern,

dern, als Zeichen des Mißbehagens. Bey Erwachsenen verliert sich beynahe die Fähigkeit, so zu schreyen. Nur der höchste geistige oder körperliche Schmerz oder ein plötzliches Erschrecken treibt einen Schrey heraus. Homer läßt seine Helden ziemlich stark schreyen.

92. Kreischen. In einem hohen und unreinem Tone mit Anstrengung sprechen, wie besonders Weiber von ungebildeten Sitten, wenn sie sich zanken.

93. Singen. Der Mensch nur kann singen, sprechen, lachen. Wohlklingende Töne abwechselnd in Höhe und Tiefe, in Haltung und Abkürzung, in Stärke und Schwäche, machen das Wesentliche des Singens aus; man mag übrigens dabey artikuliren, Worte aussprechen, oder bloß Vocale singen. Der Vocal des unartikulirten Singens ist meistens das a, wobey der Mund die ungezwungenste Oeffnung behält. Vom Bau der menschlichen Stimmorgane werden wir vielleicht in der Folge noch etwas zu sagen haben. Das Singen als Kunst betrachtet, ist in eignen Büchern abgehandelt.

94. Flüstern. Artikuliren, d. h. Silben und Worte bilden, ohne tönenden Laut. — Bloßer artikulirter Hauch.

95. Zischeln. Diminutiv von Zischen. Letzteres wird von vielen unorganischen und organischen Schällen gebraucht. Wasser auf Feuer gespritzt, zischt. Nasses Schießpulver zischt, wenn es angezündet wird. Der Dampf dringt mit Zischen aus einem Ventile (s. oben No. 50.). Von Thieren zischen besonders die Schlangen und die Vögel mit schlangenförmigen Hälsen, als Gänse u. dgl. wenn sie gereizt werden. Gewöhnlich hat sich der, gegen den das Zischen gerichtet ist, nicht viel Gutes zu befahren, und so ist's bey dem Diminutiv Zischeln ungefähr auch. Wenn in einer Gesellschaft gezischelt wird, so gehts meistens über Einen her.

96. Schnalzen. Abschnellen der Zunge vom Gaumen, z. B. um ein Pferd zum Gehen aufzumuntern; auch pflegt man wohl durch einen ähnlichen Laut sein Mißvergnügen über einen Vorfall zu erkennen zu geben. — Die Hottentotten sprechen viele Wörter mit einem Schnalzen am Anfange derselben aus.

97. Sprechen. Ist vom Flüstern und Zischeln darin verschieden, daß beym Sprechen die Luft, indem sie durch die Stimmritze geht, die Häutchen, welche über diese gespannt sind, in Erzitterung setzt, wodurch der Schall tönend wird. Die menschliche Stimme ist eine Art von Schnarrwerk, aber ein sehr sanftes. Beym Flüstern und Zi-

schelnt

scheln aber geht der Hauch durch die Stimmritze, ohne diese in ein tonerregendes Zittern zu setzen. Wie merkwürdig ist die unendliche Verschiedenheit in der Stimme der Menschen beym Sprechen, durchaus unausdrückbar durch Worte (außer etwa die auffallendsten)! So mannigfaltig die Gesichtsbildung, eben so mannigfaltig die Stimme.

98. Jauchzen. Ton der Freude aus voller Kehle. Kinder und Naturmenschen jauchzen vor Freude. — Wohl ihnen! daß sie es können und dürfen.

99. Juchen. Ein etwas gemeinerer Ausdruck ungefähr von derselben Bedeutung; doch (wenn von Erwachsenen die Rede ist), mit dem Nebenbegriff der Zügellosigkeit.

100. Flöten. Bezeichnet den durch Luftschwingungen entstehenden weichen Ton, den man theils mit dem bloßen Munde, theils durch Instrumente hervorbringt. Mit mehr Schärfe und Höhe nennt man es Pfeifen. — Auch von Vögeln — die Nachtigall flötet. Der Flötenton ist dem Ohre sehr angenehm, daher hat man ihn auch gerne bey Instrumenten, die nicht flötenartig sind. Die Stainerschen Violinen z. B. sind wegen ihres Flötentons beliebt. Die menschliche Singestimme ist angenehmer, wenn sie flötenartig ist. Man setzt das Flötenartige des Tons dem Schreyenden entgegen. —

Man

Man kann fragen: woher mag es kommen, daß gerade flötenartige Töne so angenehm klingen? Ich glaube, es liegt in folgenden Umständen. Erstlich, es ist hier bloße Luft, welche oscillirt und tönt, also gleichartige Masse; dagegen bey einer Saite, bey einer Glocke u. s. w. mancherley Theile und Fibern von verschiedener Spannung erzittern, daher ein solcher von einem festen Körper hervorgebrachter Ton eigentlich ein Gemisch von einer Menge kleiner Nebentöne außer dem Hauptton enthält, die zwar im Ganzen von dem Hauptton verschlungen, und daher nicht deutlich empfunden werden, aber dennoch für das Ohr eben die verschiedene Modification, das Harte oder Weiche, Reine oder Unreine und Schreyende des Tons bewirken. Die Flötentöne — man könnte sie Lufttöne nennen — verhalten sich zu den übrigen Tönen wie die prismatischen Lichtfarben zu den irdischen Materialfarben. Zweytens, der Anfang des Tons ist von allem harten Anschlagen, Ankuppen, Anstreichen frey; eben auch deswegen, weil hier kein harter Körper, sondern bloß elastische Luft in Bewegung zu setzen ist.

Doch genug! und vielleicht schon zu viel! — Wir wollen nicht über das Hundert hinausgehen, sonst könnten wir noch mehrere Wörter für Töne, besonders des menschlichen Stimmorgans aufzäh-

zählen, z. B. Lispeln, Lallen, Lullen, Lachen, Schluchzen, Plärren, und andere mehr, die zum Theil nicht einmal mit Anständigkeit erörtert werden könnten.

Meine jungen Leser sehen, wie reich die Sprache an Schall- und Tonwörtern ist, aber in Vergleichung mit der Mannichfaltigkeit der Töne selbst, ist sie doch nur arm daran. Die meisten sind Onomatopöien, d. h., dem Tone selbst, den sie ausdrücken, nachgeahmt. Ich weiß nicht, ob es einem Franzosen, Engländer, Russen mit seiner Muttersprache eben so geht, aber mir scheint, die deutsche Sprache sey besonders glücklich im Treffen, indem sie Töne malt. Vorzüglich hat die niedersächsische Sprache einen reichen Schatz von Schallwörtern, die ungemein ausdrucksvoll sind, und wofür man nicht immer ein gleichgeltendes im Hochdeutschen findet. So z. B. das Wort gulfern, welches ein lautes Weinen andeutet, wie es bei der ungebildeten Volksklasse erscheint, wo nicht bloß die Augen, sondern auch Nase und Mund mit weinen, u. a. m. Die Sprache der gesitteten Gesellschaft und der Bücher schließt eine Menge solcher Versinnlichungswörter aus, weil die treffendsten Ausdrücke nicht immer die delicatesten sind.

10.

Wirkung des Schalles und Tons auf die Nerven.

Sonderbar ist die Wirkung des Schalles auf die Empfindung. Ich rede hier noch nicht von den Wirkungen der musikalischen Töne, sondern bloß von der, welche gewisse Schälle hervorbringen. Wer hat nicht eine Art von Uebelbefinden verspürt, wenn ein Anfänger auf der Violine auch nur eine einzelne leere Saite anstreicht, oder wenn mit einem eisernen Nagel an einem Trinkglase heruntergekratzt wird, oder, wie wir schon vorhin erwähnten, beym Durchschneiden eines Stricks mit einem stumpfen Messer? Ein Versuch dieser Art, um seinen Ohren oder vielmehr seinen Nerven eine feine Marter zuzubereiten, ist dieser: Man halte ein Stück starkes Papier oder ein Kartenblatt zwischen den Fingern, und schneide mit einem Federmesser in die Schärfe des Papiers ein, als ob man es durchsägen wollte; es ist kaum auszuhalten. So auch, wenn man zwey Messer mit ihren Schneiden aneinander verschiebt, als ob man das eine mit dem andern durchschneiden wollte. Es ist, als ob in unserm Nervensystem etwas mit durchgeschnitten würde.

Bei einzelnen Individuen ist die Wirkung oft noch seltsamer. So erinnere ich mich von einem Menschen gelesen zu haben, dem jedesmal das Zahnfleisch zu bluten anfing, so oft er ein Messer schleifen hörte. Vermuthlich, so wie gemeiniglich in den Küchen Messer geputzt werden, nämlich auf einem Brete oder auf einer Thürschwelle mit untergestreutem Sande, welches in der That, besonders wenn es langsam und schleppend geschieht, ein sehr unangenehmer Schall ist. Zwei Glasscheiben mit zwischengestreutem Sande an einander verschoben, geben ein noch unausstehlicheres Geräusch.

Dabey ist es noch eigen, daß das Angenehme und Unangenehme hier zuweilen so nahe an einander gränzt, daß man selbst eigentlich fast keinen Unterschied in dem reinen akustischen Eindruck angeben kann, und doch die Empfindung so sehr verschieden ist. Ein Paar Beispiele werden erläutern, was ich meyne.

Man nehme ein nasses Stückchen Kork, z. B. den Pfropf einer Weinbouteille, und reibe damit an der Wand eines Weinglases schnell auf und nieder, so giebt dies einen sehr feinen unbestimmbar hohen Ton, von der Art, die man Vögeltöne nennt. Die Meisten werden dieses Gepfeife sehr unangenehm finden; dennoch hat es wirklich alles Aehnliche mit dem Zwitschern eines jungen Vogels, welches etwas sehr Süßes hat.

Oder, wer die Violine spielt, streiche mit dem Bogen unter einem sehr spitzigen Winkel die obern Saiten an: auch dieses giebt Vogeltöne, die ebenfalls viel Aehnliches mit dem angenehmen Zwitschern der Vögel haben, und doch (sie müßten denn von einer Meisterhand behandelt werden) ziemlich widrig sind.

Der Ton der Harmonika (ich rede nicht von Verbindung mehrerer simultaner oder successiver Töne, d. h., nicht von Harmonie und Melodie, sondern bloß vom einzelnen Ton) ist angenehm, das wird Jeder gestehen, aber es ist ein Angenehmes, was wirklich nahe an etwas sehr Unangenehmes gränzt. Lange angehalten wird er zum Ekel, und vollends ein Stäubchen oder ein zu scharfer Druck eines rauhen Fingers, und er zerschneidet einem die Nerven.

II.

Ton der Musikinstrumente.

Daher sind solche musikalische Instrumente, die durch Druck und Hauch eine Modification des Tons zulassen, so viel schwieriger und delicater zu behandeln, als andere, wo dies wenig oder gar nicht Statt findet. Die Violine z. B. läßt viel Modification des Tons zu; der Druck

des

des Fingers auf die Saiten macht den Ton stumpf oder scharf und deutlich, je nachdem das vordere Gelenke des Fingers senkrecht oder flach aufgesetzt wird, weil in jenem Falle die Stelle, wo die Saite das Griffbrett berührt, scharf durch den Nagel des Fingers abgeschnitten wird; in diesem hingegen das weiche Fleisch eine unbestimmte Gränze macht, und die Schwingung der Saite dämpft. Noch mehr thut die Bogenführung dazu. Bewegt sich der Bogen nicht unter einem rechten Winkel und über einer und ebenderselben Stelle der Saite, sondern schabt vom Griffbrett zum Steg hin und her, so daß die Richtung des Strichs nicht in der des Bogens selbst liegt, so wird der Ton unrein und kratzend. Wie viel feine Nüancen entstehen durch mehrere oder mindere Geschwindigkeit des Strichs, durch stärkern oder schwächern Druck gegen die Saite am Anfange oder in der Folge des Strichs, durch zitternde oder wellenförmig abwechselnde Bewegung des Arms, durch straffere oder schlaffere Anspannung der Haare, durch größere oder geringere Masse des Holzes und dessen Proportion an dem Bogen selbst!

Bey der Flöte, wie verschieden der Ton von verschiedenen Lippen! der Eine lockt den reinen sanften vollen Ton hervor, der sich sogleich unsers Herzens bemeistert; der Andere, vielleicht nur wegen etwas dickerer Lippen, begleitet jeden Ton mit einem unangenehmen Zischen. Der blinde

Du-

Dulon bläset vortreflich: seine Töne dringen um so mehr zu unserm Herzen, da er, der sanfte Künstler, bloß in der Welt der Töne lebt; aber sie würden noch mehr bezaubern, wenn nicht ein zwar leises, aber doch hörbares Säuseln einer nicht tönenden Luft sich hineinmischte. Doch vielleicht war es nur gerade damals so, als ich ihn hörte und bewunderte: denn die Beschaffenheit der Lippen hängt von vielen zufälligen Umständen ab, und ist nicht an einem Tage wie an dem andern.

Bei der Hoboe ist derselbe Fall. Das Instrument hat einen rührenden, der Menschenstimme einigermaßen ähnlichen Ton; aber wie leicht wird er widrig! Der Hauptvocal, den das Instrument — (denn jedes Instrument spricht gleichsam irgend einen Vocal aus) ist ä; nur ein nicht völlig gehaltener Hauch, so wird ein unleidliches Quäken daraus.

Der erhabene Ton des Waldhorns, dessen Hauptvocal u schon an sich etwas lugubres hat, wird zum unangenehmen Geheul, wenn er nicht gut gehalten wird.

Bey Instrumenten mit Hämmern fallen diese Modificationen des Tons fast gänzlich weg. Wenn der Anschlag, das Niederdrücken der Taste geschehen ist, so ist der Ton außer unserer Gewalt und sich selbst überlassen; er kann nicht mehr anschwellen oder abnehmen, nicht mehr beben und schweben, kurz, das Instrument giebt ziem-

ziemlich denselben Ton, der Spieler mag Virtuos oder Anfänger seyn, — wohlverstanden von Hammerwerken und von dem isolirten Ton an sich.

Von der einen Seite ist dies gewissermaßen ein Vorzug; es spricht dem Ungeübten gefälliger an, und widerstrebt nicht durch abschreckende Töne seinen ersten Versuchen, und läßt den Zuhörer auch ein mittelmäßiges Spiel erträglich finden. Von der andern Seite aber ist es ein Mangel; denn der vollkommene Spieler, der sein Instrument zu beseelen wünscht, der nicht mehr Noten, sondern Gefühle spielt, hat hier ein Organ vor sich, auf welches er weit minder wirken kann. Dort ist es der lebendige Hauch, der lebendige Druck des Fingers, der lebendige Strich des Arms, das lebendige Spiel der Zunge, das sich jeder Empfindung anschmiegt; hier ist es ein todter Mechanismus, das Instrument bleibt kalt gegen die Begeisterung des Spielers.

Aber wir wollen auch nicht ungerecht gegen die Hammerinstrumente seyn. Die Meisterwerke der neuern Kunst machen die eben erwähnten Mängel, die in der Natur der Sache liegen, vergessen. Die Töne sind so schön, so voll, so haltend, daß man sie fast anschwellen zu hören glaubt, und dann — was allen Tasteninstrumenten einen Vorzug anderer Art giebt — die Zauber der Harmonie können sie sich fast allein anmaßen.

maßen. Was dem isolirten Ton an Ausdrucksfähigkeit abgeht, das ersetzt die Fülle ihrer Combination.

12.

Fortpflanzung des Schalles durch die Luft.

Wenn ein Körper in eine Erzitterung geräth, die in unsern Ohren die Empfindung des Schalles hervorbringen kann, so muß sich diese Erzitterung durch die zwischen dem schallenden oder klingenden Körper und unserm Ohre befindlichen Materien fortpflanzen. Materien, welche dazu geschickt seyn sollen, müssen immer so wie der schallende Körper selbst einen gewissen Grad von Elasticität besitzen. Unmittelbar werden unsre Gehörorgane meistens nur von der Luft berührt, und so ist es denn auch diese, welche uns gewöhnlich den Schall zuführt. Auch ist sie gerade sehr geschickt dazu, sie pflanzt den Schall nicht zu stark und nicht zu schwach, nicht zu schnell und nicht zu langsam fort. Kurz, die Natur hat auch hier gar weise das rechte Mittel getroffen, durch dieses Medium unser Organ mit der Außenwelt so in Verbindung zu bringen, wie es unsere ganze Lage, unsere Bedürfnisse erfordern.

Das Fortgehen des Schalles durch die Luft wird auf verschiedene Art erklärt. Sehr unrichtig

tig würde es seyn, wenn man sich hier eine Emanation, ein Ausfließen aus dem schallenden Körper denken wollte. Eben so wenig bedarf es einer eignen Materie, welche die Luft und andere Körper durchdringe, und den Schall hindurch leite. Eine eigene Materie für jede Hauptgattung von Phänomen anzunehmen, ist freilich eine so bequeme Art der Erklärung, daß es von jeher nicht an Personen gefehlt hat, die darin die Schlüssel zu jeder Naturerscheinung zu besitzen glauben. So hat man, um die Gesetze des Falles zu erklären, eine schwermachende Materie, für die Kälte einen Kältestoff, für die Finsterniß sogar auch eine Finsternißmaterie angenommen; und so hat denn auch schon vor nicht gar langer Zeit Jemand behauptet, daß es einen Schallstoff gebe, welcher jedoch mit dem Wärmestoff einerley seyn könne. Eine solche willkührliche Vervielfältigung von hypothetischen Materien ist aber weniger philosophisch als bequem.

Die Fortpflanzung des Schalles durch die Luft ist ferner auch nicht so zu verstehen, daß die Lufttheile selbst von dem schallenden Körper abströmten, und sich nach allen Richtungen fortbewegten, so daß die Lufttheilchen, die jetzt, indem ich den Schall empfinde, mein Ohr erreichen, vorher an dem schallenden Körper gewesen und von diesem fortgeflohen wären. Bey genauer Ueberlegung wird man dieses auch so gut wie unge-

reimt finden, denn wo sollte denn immer die neue Luft bey fortdauerndem Schalle einer Glocke zum Exempel herkommen? Diese müßte nach der Glocke zuströmen, indem die schallende Luft von ihr wegströmte. Ein Strom würde den andern aufheben oder hindern. Auch müßte man, wenn der Schall durch ein Fortströmen der Luft fortgepflanzt würde, bei jedem Schall einen sehr merklichen Wind verspüren. Denn die Geschwindigkeit, mit welcher der Schall durch die Luft gehet, ist, wie wir nachher hören werden, weit größer als der stärkste Sturmwind. Wir würden also bey starken Schällen mit beständigen Orkanen zu kämpfen haben, und ein Concertsaal würde eine wahre Aeolushöhle seyn, wo die Sturmwinde nach allen Richtungen hin gegen einander stießen und keiner sich auf den Beinen erhalten könnte. Dann wäre es auch kein Wunder, daß die Mauern von Jericho durch den Schall der Drommeten zusammenstürzten. Statt aller Bomben und Kanonenkugeln brauchte man nur die bloße Feldmusik, und wer seinem Freunde eine Serenade brächte, würde ihn zugleich unter den Ruinen seiner Wohnung begraben.

Die Fortpflanzung des Schalles durch die Luft besteht vielmehr (wenn wir nämlich Newtons Vorstellung annehmen wollen, die mir noch nicht widerlegt zu seyn scheint) in einer abwechselnden Verdichtung und Verdünnung, in einem Zusammendrängen und Wiederausdehnen

der

der Lufttheile, wodurch sogenannte Schallwellen entstehen, wovon ich meinen jungen Lesern noch einige Erläuterung geben muß.

Es ist damit ungefähr so, wie mit der Erscheinung, die man in einem ruhigen Wasser sieht, wenn man einen Stein senkrecht hineinfallen läßt. Es entstehen kreisförmige Wellen auf der Oberfläche, die sich von dem Puncte aus, wo der Stein hinein plumpte (um uns des malenden Wortes zu bedienen), wie vom Mittelpuncte des Kreises ausgehen, und sich immer in einer größern und größern Peripherie ausbreiten, wobey sie aber auch immer weniger und weniger erhaben werden, bis sie sich, wenn die Wasserfläche groß genug ist, in einer beträchtlichen Entfernung vom Mittelpuncte erst gänzlich verlieren. So wie hier bloß auf der Oberfläche Wasserwellen aus abwechselnder Zusammendrängung oder Aufhäufung und Senkung der Wassertheile entstehen, so entstehen auf ähnliche Art Schallwellen um den schallenden Körper in der Luft, aber nicht in einer Fläche, wie dort auf dem Wasser, und wie wir es auf dem Papier darstellen müssen, sondern in einem körperlichen Raum. Es bilden sich sphärische Wellen, das heißt, die verdichteten und sich wieder ausdehnenden Luftmassen bilden gleichsam Kugelschalen von immer größerm Halbmesser um die Stelle, wo der Schall erregt wird. So bleibt die Luftmasse im Ganzen genommen

an ihrer Stelle; nur gerathen ihre Theile in schwingende Bewegung.

Um dies noch mehr durch eine Figur für das Gesicht zu versinnlichen, sey in A Fig. 1. ein schallender Körper, z. B. eine Glocke, welche mit einem harten Körper angeschlagen ist. Indem diese erzittert, stößt sie die zunächst angränzenden Lufttheile von sich. Die Luftschicht zunächst an A wird gegen die angränzende getrieben, diese wieder gegen die folgende, und so weiter fort. Könnten nun alle diese Lufttheile in dem Augenblicke, wo sie den Stoß empfangen, eben so geschwind ausweichen, so würde keine Verdichtung, keine Welle entstehen. Aber das ist nicht möglich. Ein jeder Körper widersteht der Bewegung immer etwas vermöge seiner Trägheit. Wäre in einem Puncte, z. B. in B, eine feste Gränze, so würden die Luftschichten durch den Stoß des schallenden Körpers hier zusammengedrängt und verdichtet werden. Was nun eine feste Gränze thun würde, das thut im freyen Raume die Trägheit der Lufttheile. Dieß mit der Elasticität zusammengenommen bewirkt also, daß die Luft von A an bis B immer dichter wird, bis sie hier eine so große Dichtigkeit erhält, daß sie der ferneren Bewegung widersteht. Hier entsteht also eine Schallwelle (oder ein Schlag, pulsus). Durch die Dichtigkeit ist aber auch die Elasticität der Luft in B vergrößert, und indem sie sich nach beyden Seiten wieder ausdehnt, treibt sie die

die zwischen B und A liegende Luft wieder in ihre vorige Lage zurück; die vorliegende hingegen nach C vorwärts, wo eine zweite Schallwelle entsteht. Eben so bey D eine dritte und so weiter.

13.

Fortsetzung.

Diese Vorstellungsart ist, wie ich schon oben im Vorbeygehen bemerkte, von Newton. Dieses großen Geometers Meinungen haben freilich viel Gewicht, indessen muß dieses nicht von weiteren Untersuchungen abhalten. Seine Theorie ist in Rücksicht des Schalles einigem Widerspruche ausgesetzt. Hube nennt sie höchst dunkel, unerweislich und aller Erfahrung widersprechend. Wir wollen kürzlich die Gründe anführen, welche dieser Physiker der Newtonschen Theorie entgegensetzt.

1. Wenn der Schall sich durch Luftwellen fortpflanzte, welche den auf der Oberfläche des Wassers erregten Kreisen ähnlich sind, so müßte jede Schwingung eines elastischen Körpers hörbar seyn, weil jede auch noch so langsame ganz ähnliche Wellen in der Luft erregen müßte.

Dies scheint doch zu viel gesagt zu seyn, denn eben so könnte man auch gegen Hube's Erklärung

klärung einwenden: daß jede Schwingung hörbar seyn müßte, weil jede den Lufttheilchen einen Stoß mittheilte. Man braucht wohl nur zu sagen, es sey eine gewisse Schnelligkeit in der Aufeinanderfolge der einzelnen Pulsus (oder, nach Hube der einzelnen Stöße) nöthig, um auf das Gehörorgan zu wirken.

2. Wie könnte sich der Schall durch Wasser, durch Holz und alle andere feste und flüssige Körper fortpflanzen, wenn er sich nur durch Luftwellen fortpflanzte?

Dies scheint auch wieder zu viel gesagt zu seyn. Newton hat nirgends behauptet, so viel ich weiß, daß sich der Schall nur durch Luftwellen fortpflanzt. Er sagt bloß, daß in einem elastischen Mittel durch Verdichtung und Verdünnung solche Pulsus entstehen müssen, daß diese sich durch eine Oeffnung nicht bloß nach gerader Linie, sondern rings umher verbreiten; und am Ende seines Beweises bemerkt er bloß, daß damit die Erfahrung beym Schalle übereinstimme, der sich jenseits eines zwischenliegenden Berges oder durch das Fenster in ein Zimmer verbreite *).

Da-

*) Newton, principia philosophiae naturalis mathematica Lib. II. prop. 42. Der Satz ist: Motus omnis per fluidum propagatus divergit a recto tramite in spatia immota. Hier wird im cas. 2. die Bewegung durch elasti-

Dadurch nun, daß man behauptet: in einem elastischen flüssigen Medio werden durch einen Stoß wellenartige Pulsus erregt, wird doch, so viel ich sehe, gar nicht verneint, daß ein Stoß sich durch feste Körper ohne solche Pulsus fortpflanze.

3. Der dritte Einwurf ist, daß die Geschwindigkeit des Schalles aus der Newtonschen Theorie geringer gefunden wird, als sie in der Natur wirklich ist. Newton findet nämlich diese Geschwindigkeit nur 979 englische Fuß, sucht jedoch die Rechnung mit der Erfahrung dadurch übereinstimmender zu machen, daß er die Dicke einzelner Lufttheile zum Zwischenraum zwischen ihnen in der Verhältniß 1 zu 9 annimmt. Durch jedes einzelne Theilchen müsse die Fortpflanzung ohne Zwischenzeit (in instanti) geschehen, also muß man zu der obigen Geschwindigkeit von 979 Fuß engl. noch $\frac{1}{9}$ derselben, oder ungefähr 109 Fuß hinzurechnen, so erhielte man 1088 Fuß.

Ueber-

elastische Fluida betrachtet, und da heißt es am Ende: Hoc experimur in sonis, qui vel monte-interposito audiuntur, vel in cubiculum per fenestram admissi, sese in omnes cubiculi partes dilatant, inque angulis omnibus audiuntur, non tam reflexi a parietibus oppositis quam a fenestra directe propagati, quantum ex sensu judicare licet. Newton ist weit behutsamer in seinen Behauptungen und Ausdrücken als viele seiner Gegner, den großen Euler nicht ausgenommen.

Ueberdem werde der Schall noch durch die der Luft beygemischten Dünste beschleunigt. Wenn unter 11 Theilen Mischung nur 10 Theile wahre Luft und 1 Theil Dünste wäre, letztere aber zur Fortpflanzung des Schalles untüchtig wären, so würde der Schall dadurch in einer Secunde um 54 Fuß weiter gebracht, wegen der minderen Dichtigkeit des eigentlich zur Fortpflanzung des Schalles tauglichen Mediums. Daß hierin viel Willkührliches sey, läßt sich nicht läugnen.

Nach Hube pflanzt sich der Schall durch Luft und andere Körper so fort, wie ein Stoß durch eine Reihe von gleichen elastischen Kugeln, die einander unmittelbar berühren. Wenn man die erste dieser Kugeln an die nächste anschlagen läßt, so springt sogleich die letzte von der Reihe ab, indem die übrigen in Ruhe bleiben. So sollen nun auch, wenn eine Saite oder dergl. erzittert, die nächsten Lufttheilchen fortgestoßen werden, und die letzten, die das Ohr berühren, abspringen.

14.

Fortpflanzung des Schalles durch andere Körper.

So unrichtig es ist, wenn man den Schall überhaupt durch eine Erzitterung der Luft erklärt,

klärt, und deßhalb die Lehre vom Schalle in die Lehre von der Bewegung der Luft einwebt, so unrichtig ist es auch, daß die Luft das einzige Mittel zur Fortpflanzung oder Fortleitung desselben sey, wie man wohl in ältern Lehrbüchern der Physik gesagt findet. Die Luft ist zwar das gewöhnliche Medium, durch welches der Schall unser Ohr erreicht; aber gar nicht das einzig mögliche. Jeder nicht ganz unelastische feste und flüssige Körper kann dazu dienen, wovon man sich durch leichte Versuche überzeugen kann. Sogar wird der Schall durch dichte und elastische Massen weit stärker fortgepflanzt, als durch die dünne Luft.

Man nehme einen Balken, eine lange Latte, und lasse an dem einen Ende Jemanden mit einem harten Körper, z. B. mit einem Schlüssel oder kleinen Steine oder dergl. anschlagen; man stelle sich an das andere Ende, zuerst mit dem Ohre von dem Holze entfernt, so daß der Schall durch die Luft in das Ohr kommen müsse. Man lasse die Schläge so mäßigen, daß man in dieser Stellung wenig oder nichts mehr von dem Anschlagen hört; sodann aber halte man das Ohr dicht und unmittelbar an das Ende des Balkens, so wird man den Schall deutlich hören.

Ein anderer Versuch, den man in jedem Hause leicht machen kann. Man hänge eine Wanduhr an eine von den innern Seitenwänden eines Zimmers auf, so wird man im Nebenzim-

mer an der andern Seite der Wand, auch wenn das Ohr nicht gerade jener Stelle gegenüber an die Wand gelegt wird, den Schlag des Penduls sehr deutlich hören.

Selbst das leise Ticken einer Taschenuhr wird durch die Wand hörbar. Wenn Jemand in der obern Etage mit dem Knöchel des Fingers an die Wand pocht, so hört man es in der andern Etage an derselben Wand sehr deutlich. Ich rede von Scheidewänden, die von Fachwerk mit hölzernen Säulen und Riegeln mit Füllung von einem Stein Dicke aufgeführt sind; bey diesen kann man nämlich die eben erwähnten Erfahrungen am besten machen. Auf Materie und Dicke der Wände kömmt dabey begreiflich vieles an.

Durch Fortpflanzung des Schalles vermittelst fester Körper kann man auch den Schall empfinden, ohne daß die Erzitterung durch den äußern Gehörgang in die innern Gehörorgane zu kommen braucht. Man kann, wie man zu sagen pflegt, durch die Zähne hören. Die Zähne an sich sind nun zwar keine Organe für den Schall, aber wenn ein Körper zwischen den Zähnen gehalten und mit einem schallenden Körper in Verbindung gesetzt wird, so theilt sich die Erzitterung durch jenen Körper den innern Theilen des Mundes, und somit auch dem Gehörorgane mit. Die Empfindung aber ist wirklich so, als ob der Schall zwischen den Zähnen wäre. (Von dem

Bau

Bau dieser Organe werden wir nachher eine Beschreibung geben.)

Ein leicht anzustellender Versuch ist folgender: Man lege eine Taschenuhr auf den Tisch, nehme ein Stäbchen, ein Lineal oder auch eine gewöhnliche thönerne Tabakspfeife zwischen die Zähne, verstopfe beide Ohren mit den Fingern, und halte nun das Ende des Stabes oder den Kopf der Tabakspfeife auf die Taschenuhr, so wird man stark und deutlich das Ticken derselben hören, wie wenn es in dem Munde wäre.

Oder auf eine andere Art, nur etwas umständlicher, aber auch etwas auffallender. Man lege ein langes Bret — es kann zehn, zwölf und mehrere Füße lang seyn — auf die Lehnen zweier Stühle, lege die Uhr an das eine Ende, verschließe wie vorhin beide Ohren mit den Fingern, und fasse am andern Ende das Bret mit den Zähnen. Der Erfolg ist wie vorhin.

15.

Fortsetzung.

Wenn man nur das eine Ohr verstopft, das andere aber mit seitwärts niedergebeugtem Kopfe auf das andere Ende des Bretes legt und darauf andrückt, so hört man das Ticken weit stär-

ker als durch die Luft in derselben Weite, so, als ob es in dem Brete selbst unmittelbar am Ohre wäre.

Läßt man auch das andere Ohr unverschlossen, oder drückt man das erste nicht fest an das Bret, so daß auch die Luft ihm den Schall zuführen kann, so hört man zweyerley Schall, den einen durch das Bret, den andern durch die Luft; jenen dumpfer und gleichsam massiver, diesen heller und zarter, so, als ob zwei Taschenuhren tickten, die eine in der wirklichen Entfernung, die andere in dem Holze, dicht an dem aufgelegten Ohre.

Man kann auf das Ende des ersten Bretes das Ende eines zweyten legen, dessen anderes Ende wieder von einer Stuhllehne unterstützt wird, und auch an diesem wird man noch den Schall auf die nämliche Art empfinden, jedoch begreiflich um ein Beträchtliches schwächer, theils schon wegen der größern Entfernung, theils aber und hauptsächlich wegen des Nichtzusammenhangs der Masse des Holzes, die den Schall fortleitet, weil die Breter bloß auf einander liegen.

Sogar gelingt es noch am Ende eines dritten Bretes, welches auf ähnliche Art angebracht wird; nur noch viel schwächer. Mit den Zähnen ist hier fast nichts mehr zu hören, aber durch das fest aufgelegte Ohr vernimmt man den Schall noch deutlich genug.

Man

Man nehme eine Papierscheere, Feuerzange oder einen andern klingenden Körper, hänge ihn an einen Bindfaden, dessen Enden man um den Zeigefinger jeder Hand wickelt, so daß die Scheere oder Zange etwa eine Elle weit herabhängt. Nun stecke man beide Zeigefinger mit dem umgewickelten Bindfaden in die Ohren, so hört man das Tönen der Zange, wenn man sie gegen die Wand anschlagen läßt, stark und deutlich, dagegen man mit offenen Ohren dieses Nachklingen der Zange nicht hört; umgekehrt aber den Schall des Anschlagens selbst hört man deutlich mit offenen Ohren, undeutlich durch den Bindfaden. Die Ursache ist, weil das Nachklingen bloß von der Zange herkömmt, und durch den Bindfaden in die Gehörorgane fortgepflanzt werden kann; der Schall des Anschlags selbst aber größtentheils von der Wand oder dem Tische, welcher mit dem Ohre nicht in Verbindung ist, als durch Luft, deren Erzitterungen aber durch die Finger abgehalten werden.

Versuche dieser Art, z. B. mit dem Ticken einer Taschenuhr, lassen sich am besten des Abends oder früh Morgens anstellen, wenn Alles stille ist. Das Geräusch auf der Straße und im Hause verschlingt sonst jene leisen Schälle.

Es verdient noch angemerkt zu werden, daß man bei diesen Versuchen, wo man die Ohren verstopft, einige Secunden warten muß, bis man den Schall deutlich hört. Es geht den Ohren hier

hier beynahe wie es den Augen geht, wenn sie aus einem hellen Orte in einen finstern kommen. Im ersten Eintreten sehen sie nichts, es muß erst einige Zeit verfließen, bis die Pupille sich genug erweitert und die Markhaut sich von den lebhaftern Eindrücken des stärkeren Lichtes wieder erholet hat, um die schwächeren zu empfinden. So empfindet man mit verstopften Ohren eine Art von Betäubung, eine Art von dumpfem Gesause, welches für das Ohr gleichsam das ist, was für das Auge die Dunkelheit. In den ersten Augenblicken vernimmt man nichts, nach und nach aber kömmt das leise Ticken der Taschenuhr hervor, und entwickelt sich gleichsam aus der düsteren Schall-Leere.

Der Versuch mit dem Stabe zwischen den Zähnen läßt sich auch angenehm bey einem musikalischen Instrumente anwenden. Man halte das eine Ende auf den Resonanzboden eines Claviers, das andere Ende, wie oben beschrieben, zwischen den Zähnen, so wird man mit verstopften Ohren die Töne des Claviers deutlich vernehmen.

Von einem taubgewordenen Manne erinnere ich mich gelesen zu haben, daß seine Frau mit ihm durch den Ellenbogen sprechen konnte. Der Mann hatte schon seit langer Zeit das Gehör verloren, und seiner Frau, auch Andern, die zu ihm sprachen, nur an der Bewegung der Lippen einigermaßen absehen können, was sie sagten.

Auf

Auf einmal, als zufälligerweise die Frau mit dem Munde nahe an seinem Ellenbogen etwas sagte, hörte oder fühlte er den Schall ihrer Worte, und konnte sie nachher auf diese Art verstehen. — Relata refero.

Als ein Mittel, sich taubgewordenen Personen verständlich zu machen, wird auch empfohlen, in einen kupfernen Kessel hinein zu sprechen, auf dessen Rand der Harthörige einen Stab setzt, dessen anderes Ende er zwischen den Zähnen hält.

Ein auf freyem Felde in großer Entfernung fahrender Wagen, oder die Fußtritte eines Pferdes, werden weiter gehört, wenn man das Ohr an die Erde legt, oder einen Stock gegen die Erde stemmt, dessen anderes Ende man mit verstopften Ohren zwischen die Zähne nimmt.

Das Wasser ist auch nicht untauglich zur Fortpflanzung des Schalles. Man halte eine kleine Glocke oder ein Bierglas in einen Eimer voll Wasser, so daß es ganz untergetaucht ist, und schlage es mit einem Schlüssel an, so wird man den Klang deutlich genug hören, nur tiefer als bey dem leeren Glase in freyer Luft. Umgekehrt, wenn der klingende Körper in freyer Luft, das Ohr im Wasser ist, wird der Schall sehr geschwächt. In einer Tiefe von zwey Fuß kann man noch eine starke Menschenstimme, in einer Tiefe von zwölf Fuß noch einen Büchsenschuß hören.

Die

Die Erzitterung eines Trinkglases, welches man anschlägt, theilt sich dem darin enthaltenen Wasser mit; man sieht kleine kräuselnde Wellen auf der Oberfläche desselben entstehen. Noch besser sieht man dieses, wenn man auf dem Rande des Glases mit einem reinen nassen Finger herumfährt, wodurch ein schöner Harmonicaton zum Vorschein kömmt. Wenn der reine Ton erscheint, so zeigen sich auch die kleinen Wellen von der Wand des Glases nach der Mitte der Wasserfläche hin regelmäßig und netzförmig sich durchkreuzend. Sie folgen dem Finger bey seinem Fortgehen auf dem Rande des Glases. Bey einem unreinen kreischenden Ton, den man durch einen zu starken Druck des Fingers hervorbringen kann, sind die Wellen auch kraus und unordentlich. — Von diesem Sichtbarwerden der Töne, wie man es nennen kann, werden wir nachher noch mehr zu sagen haben.

16.

Geschwindigkeit des Schalles in der Luft.

Da wir gewöhnlich nicht durch Stäbe, oder Breter, oder Wasser, sondern durch Luft den Schall empfangen, so wollen wir uns noch ein wenig bey diesem elastischen Medium verweilen.

Die

Die Beschaffenheit der Luft hat ohne Zweifel einigen Einfluß auf die Stärke und vielleicht auch auf die Geschwindigkeit des Schalles. In einer kalten heitern Luft, wie an einem Wintertage, klingt das Fahren der Wagen, das Bellen der Hunde, das Rufen der Menschenstimmen stärker, als an einem trüben, regnigten Herbsttage. Man kann sagen: Hier wirken auch andere Umstände. Im Winter ist der Boden hart gefroren; ein harter Körper aber trägt zur Verstärkung des Schalles bei, so wie gegentheils ein weicher Körper, wie die vom Regen durchnäßte Erde, ihn dämpft. Im Winter ist kein Gras, keine Menge anderer Pflanzen und kein Laub da, welches alles im Sommer dem Boden und den Bäumen eine Decke giebt, die den Schall hindert. — Das hat allerdings seine Richtigkeit; aber auch in einem und eben demselben Zimmer scheint der Unterschied nicht ganz unmerklich zu seyn. Eine Violine in einem kalten ungeheizten Zimmer im Winter gespielt klingt stärker, als in eben dem Zimmer, wenn es geheizt ist.

Die Geschwindigkeit, mit welcher sich der Schall in der atmosphärischen Luft fortpflanzt, ist sowohl theoretisch als durch Erfahrung ziemlich sorgfältig untersucht worden. Am meisten muß hier die letztere, die Erfahrung, entscheiden. Wirklich hat diese ziemlich abweichende Resultate gegeben, von dem, was der große Newton durch die Theorie vorher darüber bestimmt hatte.

Eben deshalb, und um meine jungen Leser nicht mit einer wenig zu gebrauchenden und auf nichts Genügendes hinausführenden Rechnung zu ermüden, will ich von den theoretischen Bestimmungen hier nichts weiter erwähnen; auch hängen sie mit andern Lehren zusammen, deren Kenntniß ich bey den Lesern dieses Buchs nicht voraussetzen und noch weniger hier aus ihren Gründen herleiten kann. Bloß historisch bemerke ich, daß außer Newton mehrere andere Mathematiker diese Lehre untersucht haben, worunter besonders Euler und Wünsch zu nennen sind. —

Also nur etwas von dem, was die Erfahrung gelehrt hat. — Die ersten Versuche über die Geschwindigkeit des Schalles in der gemeinen atmosphärischen Luft wurden, so viel mir bekannt ist, in der ersten Hälfte des vorletzten siebenzehnten Jahrhunderts und die genauesten in der ersten Hälfte des folgenden achtzehnten angestellt. Die ersten von italienischen Physikern, Gassendi und andern, die letztern hauptsächlich von französischen, Cassini, de la Caille und andern. Die Resultate dieser Versuche weichen immer noch sehr von einander ab, und es läßt sich auch nicht erwarten, daß Versuche, in verschiedenen Jahrzeiten und verschiedenen Erdgegenden angestellt, einerley geben sollten. Denn daß die Geschwindigkeit des Schalles von der Beschaffenheit der Luft abhängig sey, läßt sich schon im voraus vermuthen, also von mancherley Umständen, von

ihrer

ihrer Wärme oder Kälte, Dünne oder Dichte, Reinheit oder Mischung mit Dünsten, Feuchtigkeit oder Trockenheit, und dann von ihrer eigenen Bewegung, wiewohl letztere bey den Versuchen leicht auszumitteln, und ihr Erfolg bey denselben in Anschlag zu bringen, also die Resultate auf den Fall einer ganz ruhigen Luft zu reduciren sind. Was aber die übrigen Umstände betrifft, so ist deren Einfluß nicht so gut auszumitteln, daß man Alles auf einerley Beschaffenheit reduciren könnte. In einer trockenen, elastischen Luft muß der Schall ohne Zweifel geschwinder fortgehen, als in einer feuchten und minder elastischen.

Wir wollen die Resultate der hauptsächlichsten Versuche über die Fortpflanzung des Schalles durch die atmosphärische Luft hier in einer kurzen Uebersicht zusammenstellen. Der Weg, den der Schall in einer Zeitsecunde zurücklegte, wurde gefunden

von Gassendi in Frankreich . . .	1473 Fuß,
von der Florentiner Akademie in Italien	1185 —
von Mersenne in Frankreich . . .	1380 —
von Cassini, Huygens u. A. in Frankreich	1172 —
von Flamsteed, Derham u. A. in England	1070 —
von Cassini, Muraldi u. A. in Frankreich	1041 —
von de la Condamine in Cayenne .	1101 —
von demselben in Quito	1050 —

17.

Fortsetzung.

Den größten Einfluß auf die Geschwindigkeit des Schalles hat der Wind, d. h. die eigene Bewegung der Luftmasse selbst, welche in Erzitterung gebracht ist; wie dieß denn auch sehr begreiflich ist. Denn wenn die Luft selbst, durch welche die Schallwellen sich verbreiten, fortgeführt wird: so müssen nothwendig die Schallwellen auch so viel früher oder später an einem gewissen Ziele anlangen. Würde also z. B. 1200 Fuß in runder Zahl für die Geschwindigkeit der Schallwellen in ruhiger Luft genommen, und die Luft selbst bewegte sich in derselben Zeit, nämlich in einer Secunde, durch funfzig Fuß, wie bey einem starken Winde, und zwar nach derselben Richtung von dem schallenden Körper nach dem Orte der Beobachtung: so wird der Schall nun nicht 1200, sondern 1250 Fuß nach dieser Richtung in einer Secunde durchlaufen, nach der entgegengesetzten Seite aber nur 1150 Fuß. Immer muß man die Geschwindigkeit des Windes zu der, welche die Beobachtung für den Schall geben würde, entweder addiren oder davon abziehen.

Meine jungen Leser werden ohne Zweifel begierig seyn, zu erfahren, wie dergleichen Versuche angestellt werden können. Was giebt es denn für ein Mittel, werden vielleicht Einige fragen,

gen, die Geschwindigkeit eines Schalles zu messen? wie läßt sich der Weg beobachten, den er in einer Secunde durchläuft, da man ihn nicht denselben durchlaufen sieht, da er keine Spur hinter sich läßt, und nicht, wie der Wind, sichtbare Körper mit sich fortführt? Doch werden Mehrere auch wohl von selbst schon auf Mittel verfallen, wie es möglich zu machen wäre.

So könnte man z. B. an jedem der beyden Orte, wo der Schall hervorgebracht und wo sein Anlangen beobachtet wird, eine gute Secundenuhr brauchen. Gesetzt, beyde Uhren wären genau übereinstimmend gestellt worden; mein Gehülfe, in einer Entfernung von 3600 Fuß, stößt in eine Trompete, oder thut einen Schlag auf eine Trommel, oder macht einen einfachen Ruf durch ein Sprachrohr, genau als der Secundenzeiger seiner Uhr z. B. auf Null (oder 60) war; ich höre den Schall aber erst, da der Secundenzeiger meiner Uhr auf 3 Secunden ist. Es hat offenbar der Schall diese Zeit von 3 Secunden gebraucht, um den Weg von 3600 Fuß zu durchlaufen.

Es ist aber übrigens gar nicht nothwendig, daß die Secundenzeiger der beyden Uhren vollkommen übereinstimmend stehen, wenn man nur weiß, wie viel der Eine vor oder hinter dem Andern ist. Wäre z. B. der Secundenzeiger meiner Uhr 12 Secunden vor dem meines Gehülfen: so würde ich den Schall, den er auf Null Secunden her-

hervorbringt, in dem Augenblicke hören, wo der meinige 15 Secunden weiset.

Man bedarf aber eigentlich nur einer Uhr, nämlich nur an dem Orte der Beobachtung, nicht an dem Orte der Hervorbringung; wenn man nur an diesem letztern Orte ein sichtbares Zeichen der Hervorbringung des Schalles machen kann, welches man an dem Beobachtungsorte wahrnehmen kann.

Das Sehen geschieht durch fortgehendes Licht, und dessen Geschwindigkeit ist so ungemein groß, daß alle Weiten auf der Erde niemals würden hingereicht haben, dieselbe zu bemerken. Die größten Weiten der Erde werden so gut wie in einem Augenblicke durchlaufen, oder richtiger ausgedrückt, man kann die Zeit, welche das Licht braucht, um von einem Orte der Erde zum andern zu kommen, durchaus als Null annehmen. Wie man demungeachtet selbst die Geschwindigkeit der Luftstralen habe bestimmen können, kann nur durch Lehren der Astronomie gezeigt werden, die wir hier noch nicht berühren wollen.

Wenn also das Licht so gut wie gar keine Zeit zu seiner Fortpflanzung durch irdische Weiten braucht: so ist leicht zu erachten, wie die obigen Versuche sich bequem anstellen lassen. Der Beobachter sieht nämlich wegen der unendlich großen Geschwindigkeit des Lichts, das sichtbare Zeichen in demselben Augenblicke, wo es gegeben wird, das heißt, wo der Schall abgeht, und

braucht

braucht nur von diesem Moment an bis zu demjenigen, wo er den Schall hört, die Secunden an seiner Uhr zu zählen.

Ohne Zweifel werden viele meiner jungen Leser selbst schon solche Erfahrungen gemacht haben, die nur einer genauern Aufmerksamkeit und einer guten Secundenuhr bedurft hätten, um Beobachtungen zu werden. So z. B. haben gewiß Viele schon in einiger Entfernung einen Pfahl einrammen, oder einen Zimmermann auf einem Dache arbeiten sehen, und haben dabey bemerkt, daß man das Niederfallen des Rammklotzes oder das Zuschlagen mit der Axt u. dgl. schon einige Augenblicke vorher sieht, ehe der Schall davon das Ohr erreicht. Oder wer ein Gewehr, eine Pistole in einiger Entfernung hat abfeuern sehen, hat ohne Zweifel bemerkt, daß man den Blitz des Pulvers früher sieht, als man den Knall hört.

Und auf diese Art sind nun auch wirklich die obigen Versuche angestellt worden. Die Weite wird so groß als möglich genommen. Cassini, Muraldi, de la Caille bedienten sich z. B. einer Linie von 14636 Toisen oder 87816 Fuß (etwa vier deutsche Meilen), nämlich von einer Pyramide auf Montmartre bey Paris bis zu dem Thurme von Mont-Chery. An dem einen Ende wurde eine Kanone abgefeuert, und am andern die Zeit zwischen Blitz und Knall beobachtet. Kanonenschüsse sind dazu besonders brauch-

brauchbar, weil sie sowohl einen starken Bliß als Knall geben. Man machte aber auch mit Schällen von verschiedener Stärke und Schwäche Versuche, und es fand sich, was man vielleicht nicht erwartet hatte, daß der schwache Schall nicht merklich langsamer fortgieng, als der starke; überhaupt daß nur der Wind (wie wir schon vorhin erwähnten) einen mit Sicherheit zu schätzenden Einfluß auf die Schnelligkeit der Fortpflanzung habe.

Letzteres, daß nämlich ein schwacher Schall eben so geschwind durch die Luft fortgehen sollte, wie ein starker, hatte Kircher, ein Jesuit in der letzten Hälfte des siebenzehnten Jahrhunderts, durchaus für ungereimt erklärt, und behauptet, durch seine Beobachtungen gerade das Gegentheil gefunden zu haben. Er wundert sich über Mersenne, daß dieser so etwas habe glauben können. Die neuern Versuche scheinen indeß doch zu bestätigen, daß die Stärke des Schalles keinen sonderlichen Einfluß auf die Schnelligkeit habe.

Aus der Zwischenzeit zwischen Bliß und Knall kann man einigermaßen die Entfernung des Orts bestimmen, wo der Knall entstand, wenn man die Geschwindigkeit des Schalles als eine durch vorhergehende Versuche bekannt gewordene Größe annimmt. Man braucht nämlich nur die Secunden zu zählen, und für jede Secunde etwa 1200 Fuß zu rechnen. Eine Genauigkeit bis auf wenige

wenige Fuße wird man freylich von einer solchen Bestimmung nicht erwarten dürfen. Beym Gewitter pflegen besonders die Furchtsamen ihre Pulsschläge zu zählen, und für jeden etwa tausend Fuß zu rechnen, um ungefähr die Entfernung des Blitzes zu schätzen. Dabey kommt nur noch eine Unsicherheit mehr ins Spiel, nämlich die Geschwindigkeit der Pulsschläge, die bey Furchtsamen ziemlich groß zu seyn pflegt.

In der Schlacht können die Soldaten an dem Blitze des Pulvers sehen, wenn der Feind noch in großer Entfernung Kanonen abfeuert. Wer sich dann sogleich platt auf die Erde wirft, kann hoffen, die Kugel über sich weggehen zu lassen; denn die Kugel kommt noch etwas später an als der Knall.

18.

Wie weit ist ein Schall hörbar?

Diese Frage, wie meine jungen Leser gewiß von selbst bemerken werden, gehört zu denen, die sich gar nicht allgemein beantworten lassen. Das sanfte flötenartige Nachklingen eines angeschlagenen Glasstreifens oder einer Metallplatte ist zuletzt nur noch unmittelbar am Ohre zu hören; eine geringe Entfernung von einem halben oder ganzen Zolle macht es schon verschwinden. Der

Schall einer Erfurter Glocke verbreitet sich Meilen weit in die umliegende Gegend. Ein engbrüstiger, schwindsüchtiger Kranker macht sich kaum seinem Wärter verständlich, der das Ohr nahe an seinen Mund bringt; ein Nachtwächter mit seiner Stentorstimme macht einer ganzen Straße kund, daß an einem Wintermorgen um drey oder vier Uhr der Tag die finstre Nacht vertreibe, zum Beweise, daß nicht immer die Schreyer Wahrheit sagen. Das Zirpen eines Insects verbreitet sich nur über das Gebiet einiger Grashalme, das Brüllen des Rindviehes und das Bellen des Hundes über das Gebiet einer ganzen Stadt. Das Ticken der Taschenuhr und des nachahmenden Würmchens im Holze *) erreicht nur das nahe angehaltene Ohr; der Donner der Kanone erschüttert noch die Luft in einer Weite von zehn Meilen und darüber.

Welche Welt von Tönen! welches laute und leise Leben! welches Gewühl von Luftschwingungen! wie todt alles ohne diese! Mit den Tönen kommt Freude und Leben in die ganze belebte Natur. Wo wäre Freude im Tanz ohne Musik? und

*) Die Larve einer Art von kleinen Florfliegen Hemerobius pulsatorius, (Holzlaus) und noch ein Paar andere Insecten verursachen ein dem Ticken einer Taschenuhr ähnliches Klopfen in dem Holze; daher der Aberglaube diese Thierchen Todtenuhr genannt hat. Ihr Klopfen ist vielmehr ein Signal zum Leben.

und wo bliebe vielleicht der Muth in der Schlacht, wenn nicht das Trommelfell des Tambours das Trommelfell im Ohre des Soldaten erschütterte? Die Alten hatten nicht unsere Lärminstrumente im Kriege, dafür machten sie sich Muth durch Schlachtgesang, wie noch jetzt die Wilden, und hielten ihre Schilde vor den Mund, um den Schall zu verstärken. Bey unserer künstlicheren und regelmäßigeren Taktik ist es nothwendig, daß alles nach dem Takte gehe. Trommel und Trompete und Kanonen geben dem Soldaten eine Art von Betäubung, und erhalten die ganze Maschine im Gange.

Vielleicht ist es Vielen meiner jungen Leser als unwahrscheinlich aufgefallen, daß ich oben sagte: man könne den Kanonendonner auf zehn Meilen und darüber hören. Es verhält sich aber wirklich so — nur versteht sich unter günstigen Umständen. Wenn Gebirge und Wälder zwischen den beyden Oertern liegen, so verschwindet der Schall folglich in einer weit geringern Weite; aber über ebenen, ziemlich leeren Boden, und bey ruhiger Luft, oder mit günstigem Winde, noch besser über eine Wasserfläche, pflanzt sich ein starker Schall, wie der Knall eines losgebrannten Geschützes, ungemein weit fort. Beyspiele davon sind folgende.

Kanonenschüsse, zu Florenz abgefeuert, hat man 5 italienische Meilen hinter Livorno, also in einer Entfernung von 55 italienischen

Meilen, oder wenn wir vier derselben auf eine deutsche Meile rechnen, in einer Entfernung von dreyzehn bis vierzehn deutschen Meilen gehört.

Bey einer Belagerung von Genua hörte man die Schüsse über das Meer hin auf neunzig italienische oder zweyundzwanzig deutsche Meilen weit.

Und ein Beyspiel aus meiner eigenen Erfahrung. — Ich erinnere mich aus meiner ersten Jugend, daß wir einst auf dem Deiche *) an der Küste der Jahde **) ein sehr entferntes dumpfes Getöse hörten, und auf unser Befragen erfuhren, es käme von den Kanonen, die von den großen Schiffen an der Mündung der Elbe abgefeuert würden. Hier war auch Wasserfläche und zum Theil niedriges, ebenes Land, über welche sich der Schall ungehindert fortpflanzen konnte, indem auf dem ganzen Groden ***) kein

*) Ein Deich ist ein hoher Wall an der Seeküste zur Abhaltung des Meerwassers, welches sonst bey hohen Fluthen die niedrigen Küstenländer überschwemmen würde.

**) Die Jahde ist ein Meerbusen, den die Nordsee zwischen Jever und Budjadingen macht. Vor alten Zeiten war er nur ein Küstenfluß, der aber durch mehrere Wasserfluthen zu den Zeiten, als das Deichwesen noch in schlechtem Zustande war, zu einem Meerbusen anwuchs.

***) Groden heißt das von der See außerhalb des Deiches angesetzte niedrige, mit fettem, feinen

kein Haus und kein Baum stehet. Die Weite können meine jungen Leser auf ihrer Landkarte nachsehen.

Ich erinnere mich bey dieser Gelegenheit einer andern hieher gehörigen Anekdote, die ich in meiner Kindheit öfters habe erzählen hören, als einen Beweis von der Stentorstimme eines Mannes und von der Fortpflanzung des Schalls über das Eis. In dem harten Winter — (ich besinne mich aber nicht, ob 1709 oder 1740) heirathete ein Mann aus Jever eine Braut aus Budjadingen. Die Jahde war durchaus gefroren, und man wagte es, mit Wagen und Pferden von einer Küste zur andern zu fahren. Die Aussteuer der Braut wurde daher, weil es der kürzeste Weg war, auf diese Art herübergeschafft. Einer von den Leuten, die dießseits bey dem Abladen angestellt waren, stellte sich dann, wenn die Fuhren zu lange ausblieben, an die Küste hin, und rief mit seiner Löwenstimme hinüber: „Dat'r Wagens kamt!“ (daß Wagen kommen!) Dieser Ruf wurde jenseits gehört, und die beladenen Wagen wurden dann sogleich abgefertigt. Schade nur, daß ich nicht die Weite genau angeben kann; denn der Meerbusen hat ohne Zweifel seit dieser Zeit starke Veränderungen erlitten, weil die See hier abreißt und dort an-

nen Grase bewachsene, übrigens aber noch unangebaute Land.

anspült. Wenn man aber auch nur die Hälfte der jetzigen Breite und darunter annimmt, so ist es immer ein Beweis sowohl für einen starken Winter als für eine starke Lunge.

19.

Stärke des Schalls in dichter und dünner Luft.

Die Erzählung, welche ich meinen jungen Lesern so eben mitgetheilt habe, daß eine Menschenstimme ohne Sprachrohr auf eine Weite von vielleicht einer guten Meile von einer Küste zur andern gehört worden sey, wird dadurch weniger unwahrscheinlich *), daß erstlich der Schall über eine hartgefrorne Wasserfläche gieng, und zwischen beyden Küsten gar kein Gegenstand im Wege war, der ihn hätte aufhalten und schwächen können, und dann zweytens dadurch, daß im Winter bey einer heitern Frostluft der Schall um Vieles stärker ist, als in einer warmen, dünnen, elastischen Luft.

Von dieser Verstärkung und Schwächung des Schalls in dichterer oder dünnerer Luft kann man

*) Ich habe sie übrigens aus dem Munde sehr glaubwürdiger Personen.

man sich auch durch künstliche Versuche überzeugen.

Man setze unter den Recipienten einer guten Luftpumpe eine kleine metallene Glocke mit einem Wecker, oder auch nur mit einem bloßen Hammer, den man vermittelst einer oben luftdicht durch den Hals des Recipienten gesteckten Stange in Bewegung setzen kann. Anfangs, ehe man noch die Luft verdünnt hat, ist der Schall noch wie gewöhnlich, nur wegen des übergedeckten Recipienten etwas dumpf. Zieht man aber die Luft immer mehr und mehr heraus, so wird auch der Schall schwächer und schwächer, und wenn die Luftpumpe sehr gut, und alle Vorrichtungen gehörig gemacht sind, so ist er endlich kaum noch hörbar. Ich sage, wenn die Luftpumpe sehr gut, und alle Vorrichtungen gehörig gemacht sind; denn wenn etwa einer oder der andere meiner jungen Leser den Versuch mit einer kleinen Handluftpumpe machen wollte, auf deren Teller der klingende Körper ohne weitere Unterlage aufgesetzt wäre, so würde der Versuch vermuthlich mißlingen, und zwar aus zwey Ursachen: erstlich, weil die Luft nicht genug durch ein solches Werkzeug verdünnt werden kann, und zweytens, weil der Schall durch den Teller sich fortpflanzen würde, wenn die Glocke auf demselben aufstände. Es ist also nöthig zuvörderst, daß das Vacuum Guerikianum so vollkommen als möglich sey, und dann, daß die Glocke, welche angeschlagen

gen wird, nicht unmittelbar auf dem Teller der Luftpumpe, auch nicht mittelst harter, elastischer Körper mit demselben in Verbindung stehe, sondern, wenn mir der Ausdruck erlaubt ist, akustisch isolirt sey, ich meine, auf einen weichen, den Schall so wenig als möglich leitenden Körper gesetzt werde, z. B. auf ein weiches Kissen, auf Wolle u. dgl., welche stark dämpfen.

Daß der Schall in einer verdichteten oder mehr elastischen Luft stärker sey, läßt sich nur mit etwas größerer Schwierigkeit zeigen. Hawksbee und einige andere Naturforscher haben indessen die Versuche gemacht, und den Satz dadurch bestätigt gefunden. Sie schlossen einen Wecker, der durch ein Federuhrwerk zu einer gewissen vorherbestimmten Zeit in Bewegung gesetzt wurde, in einen Papinianischen Digestor ein, das heißt, in ein starkes kupfernes zugeschraubtes Gefäß, worin die Dämpfe eines kochenden Wassers eingesperrt sind. Es fand sich, daß der Klang des Weckers stärker war, und weiter gehört wurde, wenn die Luft in dem Digestor durch die heißen Dämpfe sehr elastisch geworden war, als außerdem.

20.

Vergleichung von Schall und Licht.

Kircher, ein Jesuit des siebenzehnten Jahrhunderts, hat ein bekanntes Werk über den Schall geschrieben *), worin gleich die erste Prolusion, wie er es nennt, die Ueberschrift hat: „Sonus lucis simia est“ (der Schall ist der Affe des Lichts). — Der Ausdruck klingt ein wenig sonderbar; übrigens aber ist nicht zu läugnen, daß die beyden Phänomene manche Aehnlichkeiten mit einander haben. Kircher führt Einiges davon an, und vergleicht auch schon die verschiedenen Töne mit den verschiedenen Farben. **)

Mehr

*) Athanasii Kircheri e Soc. Jesu Phonurgia nova, sive conjugium mechanico-physicum artis et naturae paranympha phonosophia concinnatum, qua universa sonorum natura, proprietas, vires, effectuumque prodigiosorum caussae, nova et multiplici experimentorum exhibitione enucleantur &c. &c. Campidonae (Kempten) 1673. Fol. 230 pag. Das Werk ist mit einer typographischen Schönheit gedruckt, deren sich unsere Didots und Göschens nicht zu schämen hätten.

**) „Sicuti lumini proprium est, repraesentare differentes colores corporum, juxta differentes nunc radiorum incidentium nunc reflexorum directiones in superficies, et hinc in oculos factas; ita sonorum

Mehr noch als Kircher hat Euler diese Aehnlichkeit verfolgt. — Wenn man mit einigem Witz auf solche Analogieen ausgeht, so pflegen sich am Ende deren oft mehrere anzubieten, als bey genauerer Ansicht der Sache die Probe halten, und so scheint es auch mit der Vergleichung von Schall und Licht gegangen zu seyn. So wie Kircher den Schall zu einem Affen des Lichtes, und die Töne eines Instruments zu einer Art von Gemälde macht, so macht umgekehrt Euler gewissermaßen das Licht zum Affen des Schalles, die Farben des Prismas zu einer Art von Tonleiter, und einen leuchtenden Körper, zum Beispiel die Sonne oder eine Flamme, zu einer Art von beständig klingender Glocke.

Ne quid nimis! ist auch eine gute Regel, pflegt man zu sagen. Der Mensch findet Vergnügen

rum proprium est repraesentare differentes corporum qualitates ope moti aëris, eorum superficies impingentis, ferientisque, ita ut haud incongrue possimus dicere, colores nihil aliud esse quam differentem immersionem et reflexionem radiorum in medio; quemadmodum soni nihil aliud sunt, quam differentes aëris motiones. Si enim quispiam subtilissimas aëris motiones, dum aliquod instrumentum resonat, cerneret, certe is nihil aliud, quam p i c t u r a m a l i q u a m i n s i g n i c o l o r u m v a r i e t a t e a d u m b r a t a m videret, qua oculis, sese diversae sonantium qualitates, (uti dictum est,) sisterent. Praeterea uti lumen abstracte consideratum invisibile est, ita et sonus etc.

gnügen an Aehnlichkeiten, nur muß man es damit nicht zu weit treiben. Man kann sagen, der Schall verbreite sich nach geraden Linien wie das Licht, man kann daher von Schallstralen wie von Lichtstralen sprechen; man kann sagen, der Schall verbreite sich ungehindert nach den Gesetzen wie das Licht, daß er nämlich in dem Verhältnisse des Quadrats der Entfernungen schwächer werde, bey doppelter Entfernung viermal, bey dreyfacher Entfernung neunmal schwächer. Man kann ferner sagen, der Schall werde zurückgeworfen, wenn er auf entgegenstehende Körper trifft, wie das Licht vom Spiegel. Man kann endlich, wenn man das Licht nicht für ausfließende Materie aus dem leuchtenden Körper, sondern für erzitternden Aether annimmt, auch hierin dieselbe Art der Fortpflanzung, wie die des Schalles durch die Luft annehmen; das alles scheint noch nicht gegen das: ne quid nimis, zu verstoßen; aber wenn man nun, weil das Licht gebrochen wird, auch von Brechung des Schalles spricht, wovon uns die Erfahrung nichts sagt, und ad modum der Optik, Katoptrik und Dioptrik auch eine Phonik, Kataphonik und Diaphonik macht, so ist das ein Machwerk des Witzes, wozu die Natur — was die Diaphonik besonders betrifft — uns noch gar nicht berechtigt hat.

Sollte überdies die Analogie zwischen Licht und Schall vollständig durchgeführt werden, so

müßte

müßte man noch eine Lehre berücksichtigen, nämlich Beugung des Lichts, welcher man eine Beugung des Schalles parallel zu stellen hätte, wovon wir wiederum nichts wissen.

Eine symmetrische Anordnung in einem großen Gebäude ist freylich angenehm; das Auge findet Gefallen an einem Grundrisse, wo alle Apartements eine gleichmäßige Lage und eine gleiche Anzahl von Piecen haben. So möchten wir menschlichen Köpfe nun gern auch eine solche Symmetrie in unser System der Naturkunde bringen. Dieses Bestreben nach Ordnung und Gleichförmigkeit ist allerdings für unsere Werke sehr nützlich; aber mit den Naturerscheinungen werden wir nicht sobald oder vielleicht niemals dazu gelangen, sie in ein vollständiges gut geordnetes System zu bringen. Immer müssen wir von Zeit zu Zeit unsere Grundrisse ändern und umzeichnen. Wir sammeln noch an dem Vorrathe von Baumaterialien. Unsere Naturlehre gleicht noch einem Gebäude, was anfangs mit wenigen Materialien und ohne daß ein guter Entwurf davon vorläufig gemacht werden konnte, aufgebaut wurde, und woran bald hier bald da, wie es das jedesmalige Bedürfniß erheischte, kleine Nebengebäude angebaut werden.

22.

21.

Fortsetzung.

Wenn wir Licht, das heißt, für das Gesichtsorgan empfindbares Licht in Erzitterung einer ätherischen Materie, Schall in Erzitterung aerischer Materie setzen, so läßt sich freylich leicht eine Reihe von Erscheinungen mit der andern parallelisiren; aber indem wir Aehnlichkeiten finden, müssen wir die Verschiedenheiten auch nicht vergessen.

Beym Schalle sind wir von der Entstehungsart gewisser, als von den Gesetzen der Fortpflanzung. — Beym Lichte ist dieß gerade umgekehrt; die Gesetze der Fortpflanzung kennen wir besser, als die Art der Entstehung. Beym Schalle können wir uns durch Erfahrung überzeugen, daß es Erzitterung, das heißt, hin und wieder gehende Bewegung ist, die bey gewissen Gränzen der Geschwindigkeit die Empfindung im Ohre hervorbringt. Wir können die Schwingungen einer langen Saite, wenn sie schlaff gespannt ist, mit den Augen sehen, mit den Fingern fühlen und sie zählen, so lange sie noch langsam geschehen, und noch kein Schall erfolgt. Wir können durch allmälige sträffere Spannung die Geschwindigkeit der Schwingungen vergrößern, bis sie das Auge und das Gefühl nicht mehr unterscheidet,

det, das Zählen nicht mehr möglich ist, dagegen aber das Ohr sie nun zu empfinden anfängt. Hier veranlaßt uns nichts, eine eigene Materie, ein Ausströmen einer Flüssigkeit anzunehmen: ganz anders verhält es sich aber beym Lichte. Hier müssen wir uns über die Entstehung mit Hypothesen begnügen. Bewegung zwar finden wir uns wohl in jedem Falle genöthigt anzunehmen; aber ob dies nur eine fortgepflanzte Erzitterung, eine bloß hin und her gehende Bewegung der Theilchen einer allenthalben befindlichen feinen und sehr elastischen Flüssigkeit, eines Aethers sey, so daß die Theilchen dabey nicht von ihrem Orte fortgehen, sondern, wenn die Schwingungen aufhören, an ihrem vorigen Orte in Ruhe bleiben, — oder ob ein Ausströmen einer solchen feinen Materie von dem leuchtenden Körper aus nach unserm Auge hin dabey Statt finde, darüber sagt uns die unmittelbare Erfahrung wenigstens nichts ganz Bestimmtes und Entscheidendes.

Betrachten wir die Organe, womit uns die Natur ausgerüstet hat, um beyde Arten von Phänomenen zu empfinden, so finden wir beyde von ungemein künstlicher Einrichtung; beyde tragen offenbar die Spuren weiser Absicht, aber nicht beyde sind uns gleich verständlich. So wie wir beym Lichte die Gesetze der Fortpflanzung besser einsehen als beym Schalle, so verstehen wir auch den Bau des Auges besser als den des Ohres. Bey jenem können wir ziemlich den Zweck aller

Theile

Theile und ihrer Stellung gegen einander erklären. Die Hornhaut mußte durchsichtig seyn, damit die Stralen einfallen konnten; die Krystallinse mußte diese Gestalt und diese Stelle haben, damit von einem Punkte ausgehende Stralen wieder in einen Punkt vereinigt würden, und eine deutliche Empfindung bloß eines Punktes auf einer Stelle der Netzhaut erregt würde. Die äußere Bedeckung der Augenlieder mit ihren Wimpern, um Staub und andere Körper abzuhalten, die das zarte Organ beschädigen könnten, oder um das Licht selbst abzuhalten, und dem Organ Ruhe zu gönnen; die Muskeln, es nach allen Richtungen zu bewegen — alles dieß ist äußerst weise und wunderbar, aber zugleich meistens vollkommen verständlich. Wir sehen hier Zusammenhang von Zweck und Mittel ein, und dieß macht die Betrachtung um so reizender. Bey dem Ohr hingegen staunen wir den nicht minder bewundernswerthen Bau an, ohne ihn ganz zu verstehen. Wir sehen Gänge, Windungen, Membranen, kleine Knöchelchen, aber es sind fast nur Räthsel für uns. Schon die Form des äußern Ohres ist uns gar nicht so verständlich, wie dort die äußern Bedeckungen des Auges. Ein in verschiedene Falten gebogenes länglichrundes Blatt von knorpelichter Substanz mit einem Läppchen unten dran! — wozu diese Falten, diese Form? Es scheint hier mehr Willkührliches, es scheint ein Spiel der Natur zu seyn. Gewiß

aber

aber ist alles mit Absicht so, und hat Beziehung auf Zwecke, wenn wir sie gleich nur zum Theil oder gar nicht errathen. Bloße Zierde für den Kopf können diese äußern Knorpelblätter schwerlich seyn, obgleich wir sie jetzt so nackend zur Schau tragen, als ob wir sie bloß für eine Zierde hielten. Das Läppchen wird nicht dazu da seyn, um Ringe einzuhängen, es hat ohne Zweifel irgend einen Zweck. Im Ganzen wird der Zweck des äußern Ohres allerdings der seyn, den Schall besser aufzufangen und den innern Gehörgang einigermaßen zu bedecken, aber das Detail der Bildung ist deswegen noch nicht deutlich.

Wir müssen uns also meistens mit einer historischen Kenntniß unsers Gehörorgans begnügen, so gern wir auch unser Raisonnement mit der Anschauung verbinden möchten. Wir wollen also wenigstens die historische Beschreibung unsern jungen Lesern mittheilen. Selbst diese Beschreibung und Abbildung der Theile ist hier schwieriger, als bey dem Auge.

22.
Das Ohr.

Zu beiden Seiten unsers Kopfes also liegt, zum Theil in einem harten Theile des Hirnschädels

dels selbst, zum Theil außen an den äußern Bedeckungen desselben das wunderbare Organ, wodurch wir den Schall empfinden. Jene Theile, die in dem Hirnschädel selbst liegen, sind die wesentlichern, so wie bey dem Auge die Netzhaut. Diese, die äußeren, sind nur für die Auffangung des Schalles, in so fern er durch die Luft zu dem Ohre gelangt, nothwendig. Man unterscheidet entweder bloß das äußere und innere Ohr, oder auch die äußere, mittlere und innere Höhle.

Das äußere Ohr besteht aus folgenden Theilen. Erstlich das von außen am Kopfe sichtbare knorpelichte Blatt, welches an den äußern Bedeckungen des Hirnschädels angewachsen, oben und hinten ungefähr elliptisch begränzt ist, und frey vom Kopfe absteht. Seine Form und die mancherley Erhöhungen und Vertiefungen bloß durch Beschreibung deutlich zu machen, würde schwer fallen. Glücklicherweise ist es aber nicht nöthig, da keiner aus Beschreibung erst sich eine Vorstellung davon zu machen braucht. Diese hat ein jeder durch Anschauung an Andern und an sich selbst. Einige meiner jungen Leser könnten mir vielleicht das so eben gebrauchte Wort nicht wollen hingehen lassen. Im Sprachgebrauch des gemeinen Lebens würde es freylich etwas seltsam klingen, seine eigenen Ohren anzuschauen, wenn es nicht etwa vermittelst zweier Spiegel wäre. Aber man nimmt das

Wort Anschauen in allgemeinerer wissenschaftlicher oder philosophischer Bedeutung für jede durch die Sinne erhaltene Vorstellung; ob durch das Gesicht, oder durch das Gehör oder Gefühl u. s. w., daran liegt nichts. Der Ausdruck ist freilich vom Gesicht hergenommen, von welchem wir ursprünglich das Wort Anschauen gebrauchen, so wie die meisten solcher Ausdrücke von diesem Sinne, der die lebhaftesten Vorstellungen erregt, hergenommen sind; aber in weiterer Bedeutung gilt es für alle Sinne. Wir können also eben sowohl von Anschauungen durchs Gehör oder durchs Gefühl u. s. w. sprechen, wie von denen durchs Gesicht. Doch wir kehren nach dieser kleinen Abschweifung (dergleichen wir uns in einem nicht systematischen Buche wohl erlauben dürfen) zu der Beschreibung unseres Ohres zurück.

Das äußerlich sichtbare Ohr besteht also aus einem dünnen knorpelartigen Blatte, woran sich folgende Theile unterscheiden lassen:

1) Die äußere Leiste, welche die Einfassung ausmacht und von vorne an der Schläfe anfängt, sich oben herum krümmt, und eine schmale in eine halbe Ellipse gebogene Falte bildet.

2) Die innere Leiste fängt vorne unter der äußeren Leiste an, und zieht sich in einer engeren Krümmung nach hinten herum, so daß zwischen der äußern Leiste und zwischen der Kante dieser innern Leiste ein Zwischenraum entsteht, der da, wo

wo er am breitesten ist, ungefähr eines kleinen Fingers Breite hat.

3. Gleich unter der Kante dieser innern Leiste sieht (an seinem eignen Ohre fühlt) man eine Vertiefung, welche man die kahnförmige Vertiefung genannt hat. — Man muß bey dergleichen anatomischen Kunstwörtern, die auf eine Aehnlichkeit mit diesem oder jenem Körper hindeuten, nicht eben an sehr große Aehnlichkeiten denken. Sie sind vielmehr oft ziemlich entfernt und weit hergeholt. Es ist damit beynahe so wie mit den Sternbildern, die man zum Behuf der Astrognosie theils vor uralten Zeiten, theils auch in neuern gemacht hat. Es liegt auch in der That wenig daran, ob zum Beyspiel die kahnförmige Vertiefung am äußerm Ohre wirklich Aehnlichkeit mit einem Kahne habe. Auf jeden Fall hat sie deren mehr damit, als die Sternfigur der Andromeda mit einem Frauenzimmer.

4. Diese kahnförmige Vertiefung ist durch einen schwach erhabenen Rand oder Rücken von einer andern weiter nach unten liegenden Vertiefung abgesondert, welche man die Muschel nennt.

5. Unten wird diese Muschel von einer merklichen Erhöhung begränzt, welche sich an die innere Leiste anschließt und das hintere Blatt heißt.

6. Das eben genannte hintere Blatt ist durch einen ziemlich tief heruntergehenden Ausschnitt von einer ähnlichen gegenüber liegenden Erhöhung, das vordere Blatt genannt, abgesondert,

F 2 wel-

welches sich an der vordern Seite nach der Schläfe zu befindet, und sich bis beynahe an den Anfang der äußern Leiste erstreckt, von welcher es aber wiederum durch eine mäßige Vertiefung abgesondert ist.

So bildet sich ein zusammenhängender, aber durch mehrere Erhöhungen und Vertiefungen fortlaufender, einigermaßen spiralförmig gekrümmter Rand, den man mit dem Finger verfolgen kann, wenn man vorne am Anfange der innern Leiste anfängt, auf dieser bis zum hintern Blatte, von da in den erwähnten tiefen Ausschnitt, sodann zum vordern Blatte fortgeht, da man denn einen Umlauf vollendet hat, worauf man den zweyten Umlauf auf der äußeren Leiste macht, an deren Ende

7) am untersten Theile des äußeren Ohres man ein weiches, mehr fleischartiges als knorpelichtes Läppchen findet, welches von jeher den cultivirten wie den wilden Menschen zu nichts besserem zu dienen schien, als es zu durchlöchern, und Ringe mit Diamanten und Perlen, oder auch wohl Knochen hineinzuhängen. Wo die Menschen sich und Andern was anhängen können, da thun sie es überhaupt gerne, nur in entgegengesetzter Absicht, sich selbst zu verschönern, Andere zu verhäßlichen. Wie verschieden die Begriffe von Schönheit unter den Menschen sind, zeigt sich auch sogar an dem Ohrläppchen. Bey uns hält man nicht viel auf große Ohren, aber die

Reise-

Reisebeschreiber erzählen uns von Völkern, die eine Schönheit darein setzen, und ihren Kindern täglich die Ohrläppchen gewaltsam ausdehnen und herabziehen, so daß sie endlich bis beynahe auf die Schultern herunterhängen.

23.

Fortsetzung.

Das wäre also die Structur des äußern Ohres. Wenn meine jungen Leser mich fragen, wozu nun diese vielen Erhöhungen und Vertiefungen, diese oval-spiralähnlichen Wendungen dienen, so kann ich ihnen darauf wenig oder gar nichts Befriedigendes antworten. Wer nicht gerne eine Antwort schuldig bleibt, könnte, um doch etwas zu sagen, etwa so anfangen: Die Natur hat die äußere Leiste aus dem Grunde wie eine umgelegte Falte gebildet, wie unsere Frauenzimmer bey ihren Nähtereien z. B. um ein Tuch einen Saum machen. Die äußere Begränzung des Ohres erhält auf diese simple Art eine größere Festigkeit, und ist nicht so leicht in Gefahr, durch irgend einen Zufall aufgeschlitzt zu werden, welches sonst bey der Dünnheit des knorpelichten Blattes leicht möglich wäre.

Das

Das Ohrläppchen, als der untere Theil der äußern Einfassung — in der That, da ist man in Verlegenheit, einen Zweck dafür ausfindig zu machen, wenn man nicht im Scherz sagen will, die Natur habe es den Menschen deswegen gegeben, um Ohrgehänge darin anzubringen, oder sich einander freundlich und feindlich daran zu zupfen. Etwas ernstlicher könnte man etwa diesen Appendix dadurch zu motiviren suchen, daß es durch seine Weichheit die Gefahr mindert, worin die muschelförmige Höhlung durch irgend einen zufälligen Stoß von unten her gerathen könnte.

Das vordere und hintere Blatt könnte man wohl zur Bedeckung des Gehörganges nothwendig finden, und den Ausschnitt zwischen beyden etwa zum Abfluß etwaiger Unreinigkeit aus dem Gehörgange.

Die muschelförmige Vertiefung möchte wohl ein Hauptstück des äußern Ohres heißen können, um dessen willen die andern Umgebungen gemacht sind. Durch diese Höhlung soll nämlich wahrscheinlich der Schall aufgefangen und verstärkt werden. Ohne Zweifel hört der Mensch, der seine beyden äußern Ohren noch hat, besser, als einer, dem sie abgeschnitten sind, welche Grausamkeit, Gott Lob! unter uns nicht vorkömmt. Man müßte einen solchen, der etwa von einem Nabob auf diese Art verstümmelt wäre, darum befragen, wozu wir aber keine Gelegenheit haben.

Im

Im Allgemeinen also ist der Zweck des äußern Ohres wohl anzugeben, nämlich Auffangung des Schalles und Beschützung des Gehörganges vor Körpern, die etwa hinein gerathen und die innern Theile beschädigen könnten. Aber der Zweck der einzelnen Partieen ist uns freylich nicht so ganz klar, und was wir so eben darüber vorgebracht haben, wollen wir weiter nicht verbürgen. Die Natur kann vielleicht andere Zwecke dabey gehabt haben, die wir nicht kennen.

Nothwendig scheint wenigstens gerade diese Structur, die das äußere Ohr hat, — wenigstens nicht in dem Grade zu seyn, wie die Structur des Auges, und auch wie die des innern Ohres. Denn man kann die ganze knorpelichte Vorrichtung biegen, drücken, zerren, abschneiden sogar, ohne daß man deswegen eben die Hauptsache, das Gehör, verliert.

Die Muschel mag zum Auffangen des Schalles dienen — aber wir können die Fingerspitze hineinlegen, und die Höhlung dadurch ausfüllen, wir können das ganze äußere Ohr nach Gefallen verbiegen, und wir merken deshalb wenig oder gar keine Aenderung im Hören. Das vordere und hintere Blatt mag allerdings zur Beschützung des Gehörganges einigermaßen dienen; aber eine Klappe, wie die Augen haben, wäre doch dazu noch besser gewesen.

Die Anatomie lehrt uns, daß das äußere Ohr von der Natur auch zur willkührlichen Bewegung ein-

eingerichtet, und mit dazu nöthigen Muskeln versehen sey, wovon aber nur wenige Menschen Gebrauch machen können. Als Ursache des Verlustes dieser Fähigkeit wollen Einige die Kopfbedeckungen angesehen wissen, womit die Kinder bey uns frühzeitig versehen, und dadurch gehindert würden, von ihren Ohrenmuskeln den natürlichen Gebrauch zu machen. Dieser Behauptung möchte man aber wohl manche Erfahrungen entgegensetzen können, von Kindern, welche von der ersten Zeit ihres Lebens an gar nicht durch Mützen oder dergl. gehindert worden sind, und so enge wird auch wohl nicht leicht eine Kindermütze gemacht und nicht so fest gebunden werden, daß man diese Ursache könnte gelten lassen. Darauf pflegen aber die Vertheidiger jener Meinung zu antworten: jetzt sey einmal der Fehler schon erblich, und bei allen cultivirten Völkern national geworden, so wie man auch die Bemerkung gemacht haben will, daß andere Verkünstelungen und Verstümmelungen, wenn sie lange fortgesetzt worden sind, am Ende national werden. In England sollen zum Beispiel durch das lang fortgesetzte Anglisiren der Pferde endlich wirklich Füllen von Natur mit abgestumpften Schweifen zur Welt kommen. Wir lassen dieß und somit auch die Ursache für die Nichtbewegung unserer Ohren dahingestellt seyn. Daß unter wilden Völkern die Fähigkeit, die Ohren zu bewegen, weit häufiger gefunden werde, als bey

uns,

uns, ist aus den Berichten der Reisenden bekannt; daß jedoch auch unter uns noch manche Personen dieses Vermögen haben, lehrt die Erfahrung; wie ich denn selbst bey genauerer Untersuchung deren mehrere gefunden habe, als ich vorher vermuthete.

An dem vordern Theile des äußern Ohres gleich hinter dem vordern Blatte geht nun der Gehörgang ins Innere des ganzen Organs. Dieser Gehörgang bis an das Trommelfell, wovon wir sogleich mehr sagen werden, gehört indessen auch noch mit zum äußern Ohr, und heißt daher der äußere Gehörgang. Er ist ein ungefähr neun Linien langer etwas gekrümmter Kanal von ovalrundem Durchschnitt, indem der senkrechte Durchmesser etwa vier Linien, der horizontale etwa fünf Linien beträgt. Wo dieser Kanal sich bey der Muschel anfängt, hat er ungefähr dieselbe knorpelichte Substanz, wie diese, aber weiter nach seinem Ende zu wird er härter und knöchern, und verbindet sich so mit dem Schläfeknochen.

Das Ende dieses Kanals ist durch das Trommelfell verschlossen. Dieses Häutchen hat eine dem Durchschnitte des Gehörganges entsprechende elliptische Figur, ungefähr drey bis sieben Linien im mittlern Durchmesser, und ist nach dem äußern Gehörgange zu hohl, an der innern Seite erhaben, so daß es ungefähr die Gestalt eines Kugelabschnitts oder vielmehr eines sehr stumpfwinklichen Kegels bildet, der seine Spitze nach innen kehrt.

kehrt. Es ist in einer etwas schiefen Lage ausgespannt, und macht mit demselben oben einen stumpfen, unten einen spitzigen Winkel.

Mit diesem Trommelfelle endigt sich also das äußere Ohr. Bis dahin kann man mit einem dünnen Körper, mit einer Sonde, Ohrlöffel oder dergl. hineinkommen. Ich brauche meinen jungen Lesern nicht erst die Warnung zu geben, daß ein unvorsichtiges Stochern in dem Ohre sehr gefährlich werden könne. Denn wenn das Trommelfell verletzt ist, so ist der Mensch um sein Gehör. — Die Natur hat es theils durch seine Lage tief am Ende des Gehörganges, theils durch das Ohrenschmalz, welches sich aus den Drüsen im Gehörgange absondert, theils endlich durch Härchen, die in letzterem wachsen, gegen Verlezzung geschützt. Kömmt ja ein fremder Körper so tief in den Gehörgang hinein, daß man ihn nicht mehr mit dem Finger erreichen oder herausbringen kann, so nehme man lieber einen geschickten Chirurgus zu Hülfe, als daß man selbst oder durch andere ungeübte Hände und mit unpassenden Werkzeugen sich zu helfen suche. Kinder scheinen oft ein ganz eigenes Vergnügen darin zu finden, fremde Körper, wie Erbsen, Bohnen, oder auch gar Insekten in Nase und Ohren zu bringen, welche wieder herauszubringen viel Noth machen kann, zumal wenn die Kerne aufquellen, folglich nicht so leicht herausgehen, wie sie hineingebracht sind. Der vorsichtige Chirurgus

sucht

sucht einen solchen Körper, wenn er tief im Ohre steckt, lieber durch Sprützen herauszutreiben, als daß er mit kleinen Zangen oder Sonden, oder andern harten Instrumenten dem innern Ohre, dem Trommelfelle, oder auch nur dem Ende des Gehörganges zu nahe komme. Die Natur hat uns auch glücklicherweise an allen solchen Theilen unseres Körpers, wo Beschädigungen am gefährlichsten sind, mit einer großen Empfindlichkeit begabt. Der Verlust der Sinne gehört unter die größten Unglücksfälle, die einem Menschen begegnen können; wie sehr hat aber auch die Natur den Menschen genöthigt, gegen Verletzungen dieser Organe auf seiner Hut zu seyn, durch den heftigen Schmerz, den sie damit verband!

24.

Fortsetzung.

Wir kommen nun zu dem innern Ohre. Fanden wir schon bei dem äußern so vieles, was uns räthselhaft war, so gerathen wir hier vollends in ein Labyrinth (wie denn auch ein Theil diesen Namen führt), woraus wir uns mit unsern Erklärungsversuchen nicht herausfinden können.

Zunächst hinter dem Trommelfell (welches auch Paukenfell von Einigen genannt wird) liegt

eine

eine Höhlung ungefähr von der Gestalt eines umgekehrten Kessels, der seinen Boden schräg oberwärts kehrt, die deshalb ganz schicklich die Pauke heißt. Ihr Durchschnitt macht ebenfalls eine länglichrunde Figur, deren mittler Durchmesser etwa vier Linien beträgt. Diese Pauke sowohl, als das gleich nachher zu beschreibende Labyrinth, kurz also, das ganze eigentliche innere Ohr liegt in einem Knochen von sehr dichter Substanz, welcher seiner Härte wegen der Felsentheil, oder felsenharte Theil des Schläfeknochens heißt. Man sieht, daß es der Natur sehr darauf ankam, diese Höhlungen sehr fest zu bilden, um die zarten Theile, die darin enthalten sind, vor Verletzung sicher zu stellen.

In der eben erwähnten Pauke liegt eine aus zarten Knöchelchen zusammengesetzte Vorrichtung, die man mit den sehr unzarten Namen Hammer, Amboß und Steigbügel bezeichnet, wozu noch ein kleines ovales oder linsenförmiges Knöchelchen gehört. Die Lage dieser Knöchelchen ist folgende: Der Hammer ist ein kleiner Knochen, an einem Ende dünn, an dem andern mit einem rundlichen Kopfe. Mit jenem Ende, welches den Stiel des Hammers vorstellt, sitzt er an dem Trommelfelle, und ist mit demselben verwachsen, so daß die Spitze auf der höchsten Stelle des Trommelfells liegt, welches, wie wir schon erwähnten, eine ungefähr konische Form

hat.

hat. Der rundliche Kopf des Hammers liegt an der obern Wand der Pauke oder Trommelhöhle, und ist daselbst durch zwey kleine Bänder befestigt. Hier ist der Hammer mit dem zweyten Knöchelchen (sehr uneigentlich Amboß genannt) verbunden, und bildet mit diesem eine Art von Winkelhebel. Das andere dünn ausgehende Ende des Amboßes hängt mit dem kleinen linsenförmigen Knöchelchen zusammen, welches aber bey erwachsenen Personen mit dem Ende des Amboßes so verwachsen ist, daß man es für einen bloßen Fortsatz desselben ansieht. An diesem linsenförmigen Knöchelchen sitzt der Steigbügel oder Stegreif, ein zartes Knöchelchen, welches noch am ersten seinem Namen durch seine Gestalt entspricht. Er ist an das kleine linsenförmige Stück nicht fest angewachsen, sondern kann sich für sich etwas bewegen. Seine beyden Schenkel sind schräg aufwärts gekehrt, und mit seiner Grundfläche verschließt er eine ovale Oeffnung (ovales Fenster), welches in die folgende Abtheilung des innern Ohres, in das Labyrinth führet. An diese Oeffnung ist aber die Grundfläche des Stegreifs ebenfalls nicht fest angewachsen, sondern der Umfang beyder ist durch ein dünnes Häutchen verbunden, so daß der Stegreif sich sowohl etwas auf und nieder, als auch links und rechts verschieben und etwas drehen kann. An einer Stelle nach dem obern Theil des Randes hin ist die Verbindung am festesten.

Das genannte ovale Fenster liegt also oberwärts in dem Boden der Pauke oder Trommelhöhle, ungefähr mit dem Trommelfelle parallel. Es ist eben nicht vollkommen oval, sondern an der einen Seite mit einer merklich einwärts gehenden Krümmung.

Neben diesem ovalen Fenster ist eine andere etwas kleinere Oeffnung, das runde Fenster genannt. Man könnte es aber eben so gut oval nennen, wie das vorige; es besteht gleichsam aus zwei Kreisabschnitten von ungleichem Halbmesser. Es führt auch in einen Theil des Labyrinths, und ist mit einer dünnen Haut bedeckt, die gleichsam ein zweites kleineres Trommelfell ist.

Aus der Trommelhöhle geht ferner noch eine enge Oeffnung in einen knorpelichten und häutigen Kanal, der nach der hintern Gegend des Mundes führt, wo er sich mit einer weitern Oeffnung endigt. Es heißt die Hörtrompete von seiner Form, oder von dem Entdecker die Eustachische Röhre. Durch sie steht die Pauke mit der äußern Luft in Verbindung, so daß also die Luft in dieser Höhlung mit der freyen Luft einerley Elasticität hat.

———

25.

Fortsetzung.

Die zweite Abtheilung des innern Ohres ist das Labyrinth. Es hat seinen Namen mit Recht, denn schon seine Gestalt ist labyrinthisch, und über die Bestimmung seiner Theile verliert man sich in ein Labyrinth von Muthmaßungen. Es liegt ober- und etwas hinterwärts über der Paukenhöhle in dem härtesten Theile des Schläfeknochens, und besteht aus folgenden Stücken:

Gleich hinter dem ovalen Fenster, welches durch das Fußblatt des Stegreifs verschlossen wird, liegt der Vorhof des Labyrinths. Es finden sich hier acht kleine Oeffnungen, wovon die eine eben jenes ovale Loch ist, eine zu einem Kanal führt, welcher zur Leitung einer wässerichten Feuchtigkeit bestimmt zu seyn scheint, womit der ganze Vorhof (wie das Labyrinth überhaupt) angefüllt ist, eine dritte zu dem Schneckengange, und fünf andere zu den Bogengängen führen, welche wir sogleich beschreiben werden.

Diese Bogengänge sind drey mehr als halbkreisförmig gekrümmte Röhrchen, wovon die zwey größten jede mit einem ihrer Schenkel sich in einer gemeinschaftlichen Oeffnung des Vorhofs enden, daher sie überhaupt nur fünf Mündungen in dem Vorhofe bilden. Ihre Lage ist nach

nach der äußern Seite des Schläfeknochens gerichtet.

Die Schnecke hingegen liegt nach innen und etwas tiefer; sie besteht aus einem um eine hohle kegelförmige Spindel gewundenen Schneckengange, ungefähr wie das Gehäuse einer Gartenschnecke gestaltet. Der Gang der Schnecke macht zwey und eine halbe Windung von der Grundfläche bis zur Spitze, und ist durch eine Scheidewand (Spiralblatt) in zwei Skalen oder Treppen, die untere und obere abgetheilt. Die untere Skale steht durch das vorhin genannte runde Fenster mit der Trommelhöhle, die obere aber mit dem Vorhofe in Verbindung.

In diese theils knöchernen, theils knorpelichten, theils häutigen Theile verbreiten sich die zarten Verzweigungen des Gehörnervens, welcher theils hart, theils weich ist, und aus dem Gehirn durch einen Kanal im Schläfeknochen in die Höhlungen des innern Ohres dringt. Den Weg, den die einzelnen Aeste desselben nehmen, hier umständlich anzugeben, würde, wie ich fürchte, für meine jungen Leser zu langweilig und ermüdend seyn. Vielleicht ist schon obige Beschreibung der Theile des Gehörorgans für Einige zu weitläufig gerathen. Bey diesen indessen wird die Beschreibung doch dadurch interessant, daß man sie mit der dazu gehörigen Zeichnung zusammenhalten kann. Von den Ramificationen des Nerven aber würde sich schwerlich eine einigermaßen deutliche

Zeichnung geben lassen. Man muß überhaupt nicht erwarten, durch Figuren eine recht deutliche Vorstellung von den innern Theilen des menschlichen so kunstreich gebildeten Körpers zu erhalten, am wenigsten von den Gehörganen. Diejenigen unter meinen jungen Lesern, denen an einer nähern Kenntniß dieser künstlichen Vorrichtungen gelegen ist, müssen, wenn sie anders einst Gelegenheit dazu haben, ja nicht verabsäumen, ein Ohr eines Menschen, oder auch nur eines Thieres, z. B. eines Hammels oder eines Schweins, anatomiren zu sehen, oder auch selbst einen Versuch damit zu machen.

Wozu mögen nun alle diese Windungen und Oeffnungen und Häutchen und Knorpel und Knöchelchen dienen? — Leider! wie gesagt, wissen wir darauf nichts Befriedigendes zu antworten. An Hypothesen haben die Menschen es hier wie in andern Dingen von je her nicht fehlen lassen; aber ein zweyter Kepler für das Ohr, der uns dessen Structur aus seinem Zwecke, so wie der bekannte große Astronom die des Auges erklärte, ist noch nicht erschienen, und wird vielleicht nie erscheinen. Manche unrichtige Meinung ist freylich durch neuere Nachforschungen beseitiget worden; so glaubte man z. B. ehemals, daß die innerste Höhle oder das Labyrinth, so wie die mittlere oder die Pauke, mit Luft angefüllt sey; dagegen man jetzt bestimmt weiß, daß jene mit Wasser angefüllt ist: indessen ist man einer genü-

genden Erklärung des Zwecks und der Wirkung der einzelnen Theile des ganzen Organs dadurch eben nicht viel näher gekommen. Es würde in diesem Buche nicht zweckmäßig seyn, wenn ich mich weiter in die Meinungen der Physiologen und Anatomen, die zum Theil sehr von einander abweichen, einlassen wollte.

26.

Fortsetzung.

Noch ein Paar Worte von den Muskeln dieser Organe. Wir bemerkten schon oben, daß die Anatomen am äußern Ohre Muskeln finden, welche offenbar bestimmt seyn müssen, die Theile desselben zu bewegen, obgleich wir cultivirten Menschen größtentheils den Gebrauch derselben entbehren. Sie verdienen also doch wenigstens von meinen jungen Lesern dem Namen nach gekannt zu werden. Vielleicht kann sich auch einer oder der andere unter ihnen noch die Fertigkeit erwerben, die Wilde haben sollen. Wenn diese für uns so gut wie ganz verlorne Kraft noch zu erwerben ist, so wäre es durch Uebung in der frühen Jugend.

Die Anatomen nennen uns also folgende äussere Ohrmuskeln. Es sind eben nicht weniger

als zehn oder gar zwölf. Zwar muß man sich keine großen Muskeln, wie wir an Armen und Beinen haben, darunter vorstellen, indeß sind es doch Muskeln, und es ist immer Schade, daß sie ihre Zusammenziehungskraft verloren haben, und jetzt nur gleichsam todte Massen an unserm Kopfe bilden.

Der erste ist der tragische Muskel (musculus tragicus), eine Benennung, die meine jungen Leser ohne Zweifel sehr komisch finden werden. Sie soll aber auch nichts Trauriges andeuten, sondern hat ihren Ursprung von tragus, welches der lateinische Name der knorpelichten Erhöhung ist, die wir oben das vordere Blatt genannt haben. Die anatomische Beschreibung dieses Muskels des vordern Ohrblattes lautet so: — (wir wollen uns die kleine Mühe nicht verdrießen lassen, sie unsern jungen Lesern abzuschreiben, damit sie, wenn sie sich etwa auf den Gebrauch der Ohrmuskeln legen wollen, vorläufig wissen, was sie davon zu erwarten haben; es ist auf jeden Fall eine Art von gymnastischer Uebung.) Also: musculus tragicus, ein kleiner, fast viereckiger, bisweilen auch dreyeckiger Muskel, an der Wurzel des vordern Ohrblattes. Entstehung: vom mittlern und untern Theile der Muschel; Insertion: an der Spitze des vordern Ohrblattes. Nutzen: er spannt das vordere Ohrblatt, und erweitert die äußere Gehöröffnung.

Der zweite: musculus antitragicus, Muskel des hintern Ohrblattes (welches mit dem lateinischen Kunstnamen antitragus heißt). Entstehung: vom untern Ende der innern Leiste; Insertion: an der Spitze des hintern Ohrblattes; Nutzen: Er deckt die Spitze des hintern Ohrblattes ein wenig auswärts, und zieht die innere Leiste nach diesem Ohrblatte hin, wodurch der Eingang der Muschel erweitert wird.

Der dritte, der Quermuskel des äußeren Ohres (musculus transversus auriculae). Entstehung: von dem erhabenen Theile der Muschel an der äußern Oberfläche des Ohres; Insertion: an der äußern Seite der innern Leiste; Nutzen: er bringt die Theile, woran er befestigt ist, einander näher — (freylich thut das jeder Muskel) und macht die Vertiefung zwischen beyden Leisten (scapha), und die Muschel flächer und weiter.

Der vierte, der größere Muskel der äußern Leiste (musculus major helicis) bildet eine lange und schmale Muskelschicht. Entstehung: von dem vordern Theile des spitzigen knorpelichten Fortsatzes der äußern Leiste; Insertion; an dieser Leiste ein wenig über dem vordern Ohrblatt; Nutzen: er drückt den Theil, von welchem er entsteht, etwas nieder und vorwärts, und macht die Wölbung der äußern Leiste beträchtlicher.

Der fünfte, der kleinere Muskel der äußern Leiste (musculus minor helicis) ist kleiner, und

von

von einer beynahe viereckigen Figur. Entstehung: von dem untern und vordern Theile dieser Leiste; Insertion: an dem Schenkel der äußern Leiste nahe bey der Spalte (rima helicis); Nutzen: er scheint dem vorigen entgegen zu wirken.

Der sechste, der Muskel des Einschnitts des Ohrknorpels (musculus incisurae auris) ist ein von Santorini entdeckter kleiner Muskel, welcher, wie die vorhergehenden, nur an sehr fleischigen Leichnamen bemerkt werden kann. Entstehung: einwärts nahe am äußern knöchernen Gehörgange, von wo er über den Einschnitt, welcher in dem an dem äußern knöchernen Gehörgange angränzenden knorpelichten Gehörgange befindlich ist, weggeht; Insertion: oben an dem vordern Ohrblatte, unten an dem Ohrläppchen; Nutzen: diesen finden wir in den anatomischen Schriften, die uns zur Hand sind, nicht angegeben.

Es ist schon oben im Vorbeygehen angemerkt worden, daß die bisher genannten sechs Muskeln nur an sehr fleischigen Personen bemerkt werden können. Die folgenden vier bis sechs sind mehr in die Augen fallend, (beym Anatomiren versteht sich, denn so, am lebenden Menschen, wo sie mit Haut bekleidet und überdem fast unthätig sind, wird man freylich vergebens danach suchen).

Der

Der siebente, der Aufhebemuskel des Ohres (musculus superior auriculae s. elevator s. attollens). Entstehung: mit einem breiten sehnigten Ende von der sehnigten Hirnschädelhaut, wovon er mehrentheils sich nicht trennen läßt. Insertion: an der Erhabenheit, welche durch die zwischen beyden Schenkeln der innern Leiste auf der entgegengesetzten Seite befindliche Grube verursacht wird. Nutzen: Er hebt das Ohr in die Höhe, und wird in dieser Handlung durch die Wirkung des Hirnschädelmuskels unterstützt.

Der achte, der vordere äußere Ohrmuskel (musculus anterior auriculae s. attrahens) ist ein kleiner und sehr dünner Muskel. Entstehung: mit kurzen sehnigten Fasern von der Hirnschädelhaut nahe bey dem hintern Theile des Jochbogens; Insertion: an dem vordern Hügel der äußern Leiste; Nutzen: Er zieht diese Erhabenheit etwas vorwärts und aufwärts.

Der neunte, zehnte, eilfte und zwölfte, die hintern äußern Ohrmuskeln (musculi posteriores auriculae s. retrahentes), gewöhnlich auf jeder Seite drey, seltener zwey oder vier. Entstehung: Der erste, kürzeste und beständigste unter allen von dem obern Theile des Warzenfortsatzes vom Schlafbeine, die beyden andern vom vordern Rande dieses Fortsatzes; Insertion: der oberste an dem obern Hügel der Muschelwölbung, die übrigen an dem untern Hügel der Muschelwölbung; Nutzen: das äußere Ohr wird durch ihre gemein-

gemeinschaftliche Wirkung rückwärts, durch die Wirkung der obersten allein auf- und rückwärts gezogen.

Unter den jetzt genannten äußern Ohrmuskeln sind nach dem, was ich darüber zu beobachten Gelegenheit gehabt habe, der siebente und neunte, das heißt, der Aufhebemuskel und der oberste zurückziehende diejenigen, welche die meiste Wirkung äußern, oder deren Gebrauch noch am öftersten unsern cultivirten Ohren verstattet zu seyn scheint, daß also doch die Ermahnung: arrige aures, von Einigen buchstäblich befolgt werden kann.

27.

Fortsetzung.

Weil ich einmal angefangen habe, meinen Lesern mit anatomischer Aufzählung der Muskeln Langeweile zu machen, so mögen hier auch noch die innern Ohrmuskeln folgen, die uns übrigens noch weit unbekannter sind, als jene letztgenannten äußern.

Der erste, der Spannmuskel des Trommelfells (musculus tensor tympani) ist der größte und deutlichste unter allen Muskeln der Gehörknöchelchen. Entstehung: mit einem sehr dünnen Anfange von dem knorpelichten Ende der Eustachischen Hörtrompete, und von dem großen

Flügel

Flügel des Keilbeines, zwischen dem Kanale für die innere Kopfschlagader und dem Loche für die mittlere Schlagader der harten Hirnhaut; Insertion: an dem hintern Theile des Handgriffs des Hammers; Nutzen: er zieht den Hammer und das Trommelfell, woran der Hammer befestiget ist, einwärts, wodurch diese Haut angespannt wird.

Der zweyte, der erschlaffende Muskel des Trommelfells (musculus laxator tympani) ist sehr dünn und klein, und entgeht daher sehr oft der Aufmerksamkeit des Zergliederers. Entstehung: von dem obern Rande des Trommelfells; Insertion: an dem Handgriffe des Hammers gleich neben der Wurzel des kurzen Fortsatzes dieses Ohrknöchelchens; Nutzen: er zieht den Hammer schief vor- und aufwärts, wodurch das Trommelfell minder vertieft oder schlaff gemacht wird.

Der dritte, der äußere Muskel des Hammers (musculus externus s. obliquus mallei). Entstehung: von der Spitze des Keilbeins, welche zwischen dem Schuppen- und Felsentheile des Schlafbeins liegt; hierauf geht er mit einer dünnen Sehne bis zum längsten Fortsatze des Hammers; Insertion: an diesem längsten Fortsatze des Hammers, dessen ganze Spitze er überzieht; Nutzen: Er zieht den Hammer vorwärts und etwas vom Amboß, und erschlafft auch das Trommelfell ein wenig. Viele Zergliederer leugnen diesen Muskel gänzlich, weil seine Fibern sich,

selbst

selbst in sehr muskulösen Körpern, sehr wenig von der Beinhaut der benachbarten Theile unterscheiden. Endlich

Der vierte, der Muskel des Steigbügels (musculus stapedius), ist der kleinste. Entstehung: von einer kleinen Höhle im Felsentheile des Schlafbeins; Insertion: nahe bey dem hintern Theile des Kopfes des Steigbügels; Nutzen: Er zieht den Steigbügel schief aufwärts nach der angeführten Höhle hin, wodurch der hintere Theil der Grundfläche des Steigbügels nach innen, und der vordere Theil auswärts bewegt wird.

So weit die kurze anatomische Beschreibung der Muskeln des Ohres, sowohl des innern als des äußern, aus Kühn's anatomischen Tabellen. Vielleicht haben wir uns bey der Beschreibung des Ohres überhaupt länger verweilt, als manche unserer jungen Leser gewünscht haben; allein das Organ verdient es, daß man sich etwas genauer damit bekannt macht. Man kann sich nicht enthalten, die künstlichen Vorrichtungen zu bewundern, welche die Natur getroffen hat, um unsere Seele durch elastische Erzitterungen mit der Außenwelt in Verbindung zu setzen — und eben so wenig kann man dem Beobachtungsgeiste, der Geduld und der Geschicklichkeit der Anatomen seine Bewunderung versagen, die diese zarten Theile, diese feinen Membranen, diese Knöchelchen, diese Flüssigkeiten, diese Fibern im

Gehör-

Gehör- und Gesichtsorgan so treflich untersucht und beschrieben haben.

28.

Sorge für die Ohren.

Wir haben in einem der vorigen Theile des physikalischen Kinderfreundes, wenn wir uns recht erinnern, ein Kapitel über die Sorge für die Augen eingerückt; die Ohren verdienen wohl auch, daß wir ihrer Pflege ein Paar Zeilen widmen. Denn in der That, es ist schwer zu entscheiden, welches Organ uns das wichtigere ist. Der Verlust oder die Verminderung des Gehörs raubt uns die Theilnehmung an der gesellschaftlichen Unterhaltung, raubt uns das Vergnügen und die Belehrung, die wir aus der Mittheilung der Ideen Anderer schöpfen könnten, macht uns mißtrauisch und einsiedlerisch selbst im Kreise der Vertrauten und der Gesellschaft. Fast noch schlimmer ist diese Entbehrung für den, der den Genuß ehemals hatte, als für den Taubstummen, der nie den Gebrauch des Gehörorgans kannte. Wer also seine gesunden Ohren hat, der suche sie zu erhalten, so gut wie die Augen.

Ganz zuvörderst möchte man hier Jungen und Alten die Warnung geben, sich vor activen und

und massiven sogenannten Ohrfeigen zu hüten. Ich hoffe, daß unter meinen jungen Lesern keiner ist, der sich nicht ohne unser Erinnern vor den letzteren in Acht zu nehmen wisse. Wir bitten sie also nur, sich auch von ersteren nicht übereilen zu lassen, sowohl gegen ihres Gleichen, als auch, wenn sie selbst erwachsen seyn werden, gegen ihre Untergebenen. So wenig wir in Abrede seyn wollen, daß nicht in einzelnen Fällen ein Backenstreich, wie eine andere körperliche Züchtigung am rechten Orte seyn könne, so sind wir doch der Meinung, daß ein solcher Schlag am Theile des Kopfes immer mehr der Beschimpfung, wo diese nothwendig seyn sollte, als des Schmerzes wegen gegeben werden, und zwar mit Vorsicht, nicht mit einer im Zorn ihrer nicht mächtigen Hand gegeben werden müsse. Doch dieses gehört in die Pädagogik, und nicht in die Physik; ein Kinderfreund wird nicht ohne Noth zu dieser Züchtigung seine Zuflucht nehmen, und ein physikalischer Kinderfreund wird sich vollends nicht weiter damit befassen, damit es nicht heiße, er habe ein eigenes Kapitel von Ohrfeigen aufgenommen, was auf jeden Fall eine unangenehme Materie ist. Ich füge also bloß noch hinzu, daß ich selbst mehrere Beyspiele kenne, wo Personen durch unvorsichtiges Schlagen an die Schläfe theils am Gehör, theils an ihren Geisteskräften Schaden gelitten haben; besonders schwebt mir noch aus meiner Jugend das Bild eines Mannes vor, der

durch

durch öftere Ohrfeigen von seiner Stiefmutter sehr harthörig geworden war; — für ihn um so trauriger, da er Freund der Musik, und ungeachtet seines schweren Gehörs, selbst ein guter Violinspieler war.

Ein wichtiges Stück in der Sorge für Gesundheit überhaupt, und sodann auch in Rücksicht des Gehörorgans insbesondere, ist Reinlichkeit. Es sammelt sich in dem Gehörgange das Ohrenschmalz oft zu sehr an, und verhärtet sich, so daß der Gehörgang dadurch verstopft wird. So wenig es gut ist, oft mit den Ohrlöffeln in diesem äußern Kanal herumzustochern, besonders zu tief nach dem Trommelfelle zu, und so nothwendig das Ohrenschmalz zur Beschützung der innern Theile ist, so muß doch eine solche Anhäufung desselben verhütet werden, wodurch sogar eine Art von Taubheit erfolgen kann.

Das Hineinkriechen von Insekten ist vornehmlich im Schlafe zu befürchten: wenn man daher an einem Orte schläft, wo man davor nicht sicher ist, so thut man wohl, entweder Baumwolle vorne in den Gehörgang zu stecken, oder wenigstens eine Mütze über das Ohr zu ziehen, oder ein Tuch umzubinden.

Daß man nicht aus Vorwitz fremde Körper hineinbringe, ist eine Warnung, die man nur unverständigen Kindern zu geben braucht. Wie man sich zu verhalten habe, wenn durch Zufall dergleichen geschehen, ist oben gesagt. Ist ein leben-

lebendes Insect in das Ohr tief hineingekommen, so ist das erste, was man zu thun hat, dieses, daß man ein wenig Baumöl in das Ohr laufen lasse, um das Thier zu tödten, welches sonst durch seine Bewegung unerträgliche Beschwerde verursacht. Sodann wird die geübte Hand eines Chirurgen es durch Spritzen oder Instrumente herauszubringen wissen. Geht es ohne Gefahr der Verletzung nicht an, so läßt man es lieber darin verwesen, da es denn nach und nach stückweise herauskommen wird *). Mit Körpern, die aufquellen, ist es schlimmer.

Starke Schälle können dem Gehöre gefährlich werden. Glücklicherweise kommt der Schall durch ein dünnes Medium durch die Luft zu unserm Trommelfelle; doch kann der Knall einer Kanone ein ungewohntes Ohr auf einige Zeit betäuben. Die Finger in solchen Fällen in die Ohren zu stecken, ist mehr schädlich als nützlich. Wenn die stark erschütterte Luft im Gehörgange gesperrt ist, muß sie nothwendig heftiger auf die innern Theile wirken, als bey offenem Ohre. Man

*) Eins meiner Kinder, ein Knabe von fünf Jahren, hatte vor ein Paar Monaten eine große Brummfliege vor das Ohr gehalten, die sich losgerissen und tief in den Gehörgang gekommen war. Alles Spritzen war vergebens. Sie hat mehrere Wochen darin gesteckt, und wurde endlich stückweise hervorgebracht.

Man kann sich hiervon durch einen leichten Versuch überzeugen. Man trommele sich leise mit den Fingern an der Seite des Hinterkopfes, ohne das Ohr mit der Hand zu berühren, so wird man kaum etwas hören. Nun drücke man aber die flache Hand an das Ohr, und trommele an derselben Stelle, so wird der Schall so stark seyn, wie wenn eine große Trommel geschlagen würde, und ein starkes Trommeln mit den Fingern kann man nicht ohne Beschwerde aushalten.

29.
Uebung des Ohres.

Uebung des Ohres hängt mit der Sorge für die Ohren zusammen. Wir können unser Gehör wie unsere übrigen Sinne durch Uebung vollkommener machen, sowohl leise und entfernte Schälle zu vernehmen (wie beym Auge, kleine und entfernte Gegenstände zu sehen), als auch die Unterschiede der Schälle zu bemerken, und über Lage, Entfernung und Beschaffenheit der schallenden Körper zu urtheilen, (wie beym Auge, kleine Verschiedenheiten der Größe, Entfernung und Gestalt aufzufassen). Jenes könnte man Uebung der Schärfe, dieses Uebung der Feinheit des Gehörs nennen.

Was

Was das erste, die Gehörschärfe betrifft, so scheint es uns vielleicht auf den ersten Blick, daß das Vermögen, sehr schwache und aus großer Ferne herkommende Schälle zu vernehmen, nicht die Sache der Uebung sey, und allerdings mag die Verschiedenheit, die wir darin bey verschiedenen Subjecten finden, mehr von der natürlichen Beschaffenheit des Organs, als von der mehrern oder mindern Uebung herrühren. Indeß zweifle ich nicht, daß auch letztere hierbei etwas thun könne. Horchen auf einen leisen entfernten Schall, ist Anspannung der Aufmerksamkeit auf diesen Gehör-Gegenstand und Abziehung von den übrigen, deren Eindrücke sich durchkreuzen. Sollte nicht mit diesem Bemühen zugleich eine Thätigkeit der Muskeln, sowohl der Gehörknöchelchen, als des äußern Ohres, Statt finden? Wenn jene wirklich Muskeln sind, und nicht etwa bloß Fibern, welche statt elastischer Federn dienen, um die Erzitterungen der Theile zu unterhalten, an denen sie sich befinden, indem sie diese, wenn sie sich ein wenig verrückt haben, immer wieder in ihre vorige Lage zurückziehen, wie die Spiralfeder die Unruhe; wenn sie, sage ich, nicht bloß statt solcher elastischen Federn dienen, sondern wirkliche Muskeln sind: so ist es nicht unwahrscheinlich, daß wir, wenn auch ohne unser Wissen, sie gewissermaßen willkührlich gebrauchen können. Mit Gewißheit möchte sich indessen darüber wohl nichts ausmachen lassen.

Was das zweyte, die Gehörfeinheit betrifft, so scheint diese mehr als die Schärfe, Sache der Uebung zu seyn. Die Verschiedenheit der Schälle betrifft entweder den Grad, oder die Stufe, oder die Art des Schalles. Ich brauche diese drey Wörter in folgender Bedeutung: Grad des Schalles soll sich auf Stärke und Schwäche; Stufe auf Höhe und Tiefe; Art auf die mancherley Modificationen beziehen, welche von der Materie des schallenden Körpers und der Art seiner Berührung herrühren, wodurch der Schall erregt wurde. So wie nun das Auge durch Uebung feinere Unterschiede der Figur, Größe, Entfernung, Farbe fühlen lernt, so kann gewiß auch das Ohr für seine Gegenstände geübt werden. Beweise davon sind die Personen, welche ihre Ohren besonders gebrauchen müssen, ich meyne Blinde und Tonkünstler. Der Blinde hat so zu sagen seine Augen in den Ohren. Aus dem Schalle erräth er, ob das Zimmer, worein man ihn führt, groß oder klein, leer oder mit Menschen angefüllt sey, ob er noch weit von der Wand oder nahe und in Gefahr sich zu stoßen sey. Aus dem Ton der Stimme, des Fußtritts beurtheilt er richtiger als wir Sehenden die Entfernung dessen, welcher mit ihm spricht, oder auf ihn zugeht, die Seite, wohin er sich zu wenden, und den Mann, den er vor sich hat. Der Musiker, wie feine Unterschiede der Höhe und Tiefe sowohl in den zusammenklingenden, als in den auf

einander

einander folgenden Tönen, in Harmonie und Melodie, und wie feine Unterschiede des Zeitmaßes bemerkt er, die dem ungeübten Ohr entwischen! *)

30.

Zurückwerfung des Schalles.

Daß der Schall zurückgeworfen werde, wenn er auf Flächen trifft, die der Richtung seiner Fortpflanzung entgegenstehen, ist ohne Zweifel eine sehr alte Erfahrung. Das Wiederholen von Wörtern und andern Schällen, besonders in gebirgigen Gegenden, mußte nothwendig frühzeitig von den Menschen bemerkt werden; und unter allen Naturerscheinungen ist vielleicht keine mehr als diese geeignet, den ununterrichteten Menschen, der überhaupt gern dichtet und personificirt, zur Annehmung eines unsichtbaren lebenden Wesens, welches diese Erscheinung hervorbringe, zu verleiten. Bey mehr Erfahrung und

*) Vielleicht ist es meinen jungen Lesern nicht uninteressant, noch einiges in meiner Encyklopädie der Leibesübungen nachzulesen, wo von Uebung der Sinne ein eigner Abschnitt handelt.

und Nachdenken mußte man aber auch ohne Zweifel bald (im Allgemeinen wenigstens) den wahren Grund davon finden, nämlich Zurückwerfung des Schalles. Ich sage: im Allgemeinen; denn in Rücksicht der speciellen Entwickelung dieser Zurückwerfung und der Gesetze, nach welchen sich dieselbe richtet, sind selbst unsere jetzigen Physiker noch nicht ganz einerley Meinung, so wie überhaupt über die Fortpflanzung des Schalles. Damit meine jungen Leser sehen, wie in dieser Lehre die Behauptungen einsichtvoller Naturforscher von einander abweichen, will ich hier ein Paar Stellen zur Vergleichung einrücken, und zwar aus Schriften, deren Verfasser gewiß nicht etwas ohne reifliche Ueberlegung hinschrieben.

Zuerst aus Chladni's Akustik:

»Der Schall verbreitet sich nicht etwa wie das Licht bloß nach einer geraden, sondern auch nach jeder krummen Richtung. Weil nämlich die Luft nach allen Richtungen einerley Elasticität hat, so ist jeder Punct eines Schallstrahles wieder als ein neuer Mittelpunct des Schalles anzusehen, von welchem Schallwellen in alle damit noch nicht erfüllte Räume ausgehen können. Man hört also einen Schall, der hinter einem Berge, oder hinter einer dicken Mauer erregt wird, obwohl etwas schwächer, als wenn er in einer geraden Richtung hätte fortgehen können. Die Ursache, warum ein solcher Schall auch hör-

bar

bar ist, liegt nicht, wie Manche geglaubt haben, darin, daß etwa der ganze Berg oder eine sehr dicke Mauer allemal hinlänglich stark erschüttert werde, um einen solchen Schall weiter zu verbreiten, sondern vielmehr in einer Verbreitung des Schalles in krummen Linien vermittelst eines Mittelpunctes von Schallstralen.« (Akust. §. 197.)

»Wenn die Luft mehrere schnell auf einander folgende Stöße erhält, so geschehen in jedem Schallstrale mehrere abwechselnde Verdichtungen und Verdünnungen, welche Schallwellen genannt werden. Diese Schallwellen, da sie nach allen Richtungen von dem schallenden Körper gleichförmig ausgehen, kann man sich so vorstellen, daß sie diesen Körper, so wie concentrische Schalen den Mittelpunct einer Kugel, umgeben.« (Akustik, §. 195.)

Und nun gegentheils aus Hube's Naturlehre:

»Wenn der Schall sich, wie Newton glaubt, durch Luftwellen fortpflanzte, so müßte jede Schwingung eines elastischen Körpers hörbar seyn, weil jede auch noch so langsame ganz ähnliche Wellen in der Luft erregen müßte *). Und wie

*) Das Letztere auch zugegeben, folgt deshalb noch gar nicht, daß wir jede auch noch so langsame Schwingung als Schall hören müssen. Denn so könnte man auch sagen: Der Schall könne überhaupt

wie könnte der Schall sich durch Wasser, durch Holz und durch andere feste und flüssige Körper fortpflanzen, wenn er sich nur durch Luftwellen fortpflanzte? *) Newton's Theorie von der Fortpflanzung des Schalles ist nicht nur höchst dunkel und unerweislich, sondern sie widerspricht auch aller Erfahrung.« **) (Hube's Naturlehre, IV. B. 2te Abth. 71ster Brief.)

Ferner die Zurückwerfung insbesondere betreffend, zuerst wiederum Chladni:

»Die meisten Physiker erklären alle Rückwirkungen des Schalles aus Zurückbrechung (warum nicht lieber Zurückwerfung) nach katoptrischen Gesetzen; es hat aber la Grange zuerst eine richtigere Vorstellungsart davon gegeben, und gezeigt, daß, wie schon d'Alembert bemerkt hatte, eine der Katoptrik ähnliche Katakustik oder Kataphonik ein Unding sey.«

Und nun gegentheils wieder Hube:

»Daß der Schall in der Luft nach denselben Gesetzen zurückgeworfen wird, als das Licht, davon

haupt nicht aus Schwingungen entstehen, weil sonst jede noch so langsame hörbar seyn müßte.

*) Nur durch Luftwellen, hat Newton wohl nicht behauptet, da ihm nicht unbekannt war, daß der Schall auch durch andere Körper fortgeleitet werde.

**) Dies behauptet neuerlich auch Young in Nicholsons Journal.

von kann man sich am deutlichsten überzeugen, wenn man zwey große Hohlspiegel einander gegenüberstellt, und in den Brennpunct des einen eine Taschenuhr legt. Denn so kann man in einer Weite von funfzig Schritten im Brennpuncte des andern Spiegels, an welchen man das Ohr halten muß, das Schlagen der Taschenuhr deutlich bemerken, wenn gleich mitten zwischen beyden Spiegeln nichts davon zu hören ist. Dieser merkwürdige und leichte Versuch geht alsdann am besten von Statten, wenn die Spiegel parabolisch gekrümmt sind. Mit solchen von ihm selbst verfertigten Spiegeln, die noch in Dresden sind, hat ihn Höse zuerst 1756 daselbst gemacht.«

31.

Das Echo.

Derjenige, der dieses Phänomen zuerst bemerkte, glaubte vermuthlich, irgend ein anderes lebendiges Wesen, welches in dem Walde oder hinter dem Felsen versteckt wäre, äffe ihm nach, um ihn zu necken, so wie das Kind die Gegenstände hinter dem Spiegel sucht, deren Bilder dieser ihm zurückwirft. Die Phantasie der alten Dichter fand darin Stoff zu einer lieblichen Dich-

tung.

tung. Das Echo wurde nun zur Nymphe, zu einer Bewohnerin der Wälder und Felsen, die sich nie sehen, nur hören ließ.

Inde latet sylvis; nulloque in monte videtur,
Omnibus auditur; sonus est qui vivit in illa.

Doch diejenigen unter meinen jungen Lesern, welche Latein verstehen, und gerade das alte Buch nicht zur Hand haben (was auch dem Jüngling nicht ganz zu empfehlen ist), worin, wie Bürger sagt, manch Stutzer gnug für seinen Schnabel fände, wenn er Latein verstände; diese werden gewiß nicht ungern hier die Stelle aus dem Ovid lesen, worin er das Schicksal dieser Nymphe erzählt. Ich darf sie wohl mittheilen, da sie weder zu frey noch zu lang ist, um so ein gelegentliches hors d'oeuvre abzugeben.

Juno (so erzählt uns der Dichter der Metamorphosen in der achten Fabel des dritten Buchs) bestrafte ihre Nymphe Echo für ihre Geschwätzigkeit, wodurch sie Jupiters Gemahlin von — wichtigern Dingen abzuhalten suchte, dadurch, daß sie ihr nur den sehr armseligen Gebrauch der Sprache ließ, von dem, was Andere sagten, allenfalls die letzten Worte nachzusprechen. — Ohne Zweifel für ein geschwätziges Kammermädchen eine harte Strafe! Sie bediente sich indessen ihrer wenigen Freiheit, so gut sie konnte:

Ingeminat voces, auditaque verba reportat.

Die

Die arme Schwätzerin konnte nun mit dem jungen Narciß (der bekanntlich in seine eigne Gestalt vernarrt war) nicht einmal eine Unterredung anknüpfen.

O! quoties voluit blandis accedere dictis
Et molles adhibere preces! Natura repugnat.
Nec ſinit incipiat: ſed quod ſinit, illa parata eſt.
Expectare ſonos, ad quos ſua verba remittat.
Forte puer comitum ſeductus ab agmine fido
Dixerat: hic quis adeſt? Et, adeſt, reſponderat Echo.
Hic ſtupet; utque aciem partes dimiſit in omnes,
Voce, veni! magna demat; vocat illa vocantem
Reſpicit et rurſus nullo veniente, quid, inquit,
Me fugis? et totidem quot dixit verba recepit.

Narciß floh nun selbst vor seiner unsichtbaren Freundin, und die Verachtete grämte sich, bis nichts als Haut und Knochen, und endlich sogar nichts als die Stimme übrig blieb.

Spreta latet ſylvis, pudibundaque frondibus ora
Protegit, et ſolis ex illo vivit in antris.
Sed tamen haeret amor, creſcitque dolore repulſae
Et tenuunt vigiles corpus miſerabile curae,
Adducitque cutem macies et in aëra ſuccus
Corporis omnis abit: vox tantum atque oſſa ſuperſunt:
Vox manet; oſſa ferunt lapidis traviſſe figuram.
Inde latet ſylvis, nulloque in monte videtur,
Omnibus auditur, ſonus eſt qui vivit in illa.

So weit Ovids Dichtung. Wir kehren zur physikalischen Betrachtung des Phänomens zurück.

Da

Da schon bemerkt ist, daß über Fortpflanzung und Zurückwerfung des Schalles verschiedene Meinungen unter den Physikern sind, so werden meine jungen Leser leicht vermuthen können, daß es sich bey Erklärung des Echo insbesondere eben so verhalten werde. Einige erklären alles aus der eigentlichen Zurückwerfung nach katoptrischen Grundsätzen. Andere verwerfen diese Erklärungsart als unstatthaft, und geben dafür eine, die der Newtonschen Theorie angemessener ist.

Wenn der Schall sich ganz nach denselben Gesetzen richtet, wie das Licht, so wird ein Schallstral (das heißt, eine in einer geraden Linie liegende Reihe angestoßener Lufttheilchen), wenn er auf eine entgegengesetzte Fläche stößt, rückwärts abprallen, das heißt: die Bewegung wird auf eine andere geradlinichte Reihe von Lufttheilchen fortgepflanzt, welche mit der widerstehenden Fläche denselben Winkel macht, wie der auffallende Stral; so wie dies bey dem Lichtstral, unbezweifelten Erfahrungen gemäß, der Fall ist. Stößt also der Schallstral senkrecht gegen eine Fläche, so wird er in sich selbst zurückkehren; stößt er unter einem schiefen Winkel auf dieselbe, so geht er unter gleichem Winkel nach der andern Seite zurück. Da meine jungen Leser mit der Zurückwerfung des Lichtes bekannt sind, so brauche ich keine Figur hinzuzufügen, um dieses Gesetz zu veranschaulichen.

32.

32.

Entfernung der zurückwerfenden Fläche.

Um nun ein Echo auch nur von einem ganz einfachen Schalle, wie zum Beyspiel von einem Peitschenknall, Händeklatschen, oder von einer einzigen ausgesprochenen Sylbe zu hören, muß man in einer gewissen Entfernung von der zurückwerfenden Fläche stehen. Man pflegt gewöhnlich anzunehmen, daß man neun bis zehn einfache Schälle in einer Zeitsecunde unterscheiden könne. Allein diese folgen schon fast zu schnell, um distinct gehört zu werden, wenigstens, wenn es ein Schall wie Händeklatschen, eine ausgesprochene Sylbe oder dergl. ist. Denn unter den einfach genannten Schällen giebt es noch eine nicht unmerkliche Abstufung in ihrer innern Dauer. Man merke nur zum Beyspiel auf den Knall einer Büchse und auf den Schall beym Losschnellen einer Feder gegen einen harten Körper. Jener ist, obgleich auch einfach (wie wir es zu nennen pflegen), doch nicht so einfach, so momentan und abgeschnitten, wie dieser. Wir wollen also annehmen, daß nur acht einfache Schälle, wenn sie von hinlänglicher Stärke seyn sollen, um einen Wiederhall derselben zu hören, in einer Zeitsecunde distinct vernommen werden können, so wie etwa acht Sechszehntheile in der

Musik

Musik im geschwinden Tempo. Hieraus läßt sich berechnen, wie weit die zurückwerfende Fläche entfernt seyn müsse, wenn ein einfaches Echo entstehen soll. Wir müssen den zurückgeworfenen Schall ungefähr um $\frac{1}{8}$ Secunde später hören, als den ursprünglichen, sonst unterscheiden wir beyde nicht mehr von einander, und hören nicht ein Echo, einen Widerhall, sondern nur einen Nachhall. Sind wir an dem Orte selbst, wo der ursprüngliche Schall erregt wurde, z. B. wenn wir selbst rufen oder in die Hände klatschen u. dergl., oder nahe bey Jemandem stehen, der dieses thut, so hören wir den ursprünglichen Schall in demselben Augenblicke, wo er entsteht. Wenn nun der zurückgeworfene $\frac{1}{8}$ Secunde später zu uns gelangen soll, so muß er, wenn er in einer ganzen Secunde ungefähr 1040 Fuß durchläuft, während dieser Achtelsecunde $\frac{1040}{8} = 130$ Fuß durchlaufen, und da er auf dem Hinwege von uns nach der zurückwerfenden Fläche und auf dem Rückwege von dort zu uns ohne Zweifel gleiche Geschwindigkeit hat, so muß die Entfernung zwischen uns und der zurückwerfenden Fläche die Hälfte jenes Weges, also $\frac{130}{2} = 65$ Fuß betragen. Ich brauche kaum zu bemerken, daß es hierbey auf einen oder ein Paar Fuß mehr oder weniger nicht ankommt, theils, weil die Weite von 1040 Fuß, die der Schall in einer Secunde durchläuft, nicht so ganz genau festgesetzt werden kann, theils weil Beschaffenheit der

Luft,

Luft, Wärme oder Kälte-Bewegung einige Aenderung darin bewirken muß, theils weil zwischen Schall und Schall, wenn gleich einfach, doch, wie ich schon vorhin erwähnte, eine bedeutende Verschiedenheit Statt findet, indem der eine kürzer, augenblicklicher und schärfer abgeschnitten ist, der andere hingegen gleichsam mehr Masse hat, und unbestimmter begränzt ist.

Ist man nicht selbst an dem Orte, wo der Schall erregt wird, so hört man ein Echo, wenn der zurückgeworfene Schall einen um so viel weitern Weg als der directe zu durchlaufen hat, daß er um $\frac{1}{8}$ Secunde später zu unserm Ohr gelange. Wenn zum Beyspiel die gerade Entfernung von dem schallenden Körper zu uns hundert Fuß, der Weg aber von dem schallenden Körper zur zurückwerfenden Fläche, oder richtiger zu dem Punct, von welchem er zu uns zurückgeworfen werden kann, 90 Fuß, und von diesem Puncte zu uns 75 Fuß, folglich der ganze Weg, den der zurückgeworfene Schall zurücklegt, 165 Fuß ist, so werden wir ein Echo eines einfachen Schalles hören können, weil der ganze Weg des zurückgeworfenen Schalles um 65 Fuß länger ist, als der Weg des directen, folglich jener um $\frac{1}{8}$ Secunde später zu unserm Ohre gelangt, und noch von diesem directen abgesondert vernommen wird.

33.
Bestimmung der Puncte, wo ein Echo herkömmt, und wo es gehört wird.

Wir können hierbey noch eine gedoppelte Frage aufwerfen. Erstlich: wo müssen wir stehen, um von einem gewissen bestimmten Puncte einer entgegenstehenden Fläche durch Zurückwerfung den Schall zu erhalten, der an irgend einem gegebenen Puncte vor dieser Fläche erregt wird? und zweitens: wenn der Punct, wo der Schall erregt wird, und der, wo wir uns befinden, beyde bestimmt sind, wo ist der Punct einer Fläche von gegebener Lage, von welchem der Schall zu uns reflectirt wird?

Beyde Fragen sind ganz geometrisch, und ich traue den meisten meiner jungen Leser wohl zu, daß sie dieselben leicht selbst auflösen werden. Wenn wir nämlich die Gesetze der Zurückwerfung für Licht und Schall für einerley annehmen, so sehen wir die ebene Fläche, welche den Schall zurückwerfen soll, hier wie den ebenen Spiegel an, der die Bilder der Gegenstände in das Auge des Zuschauers bringt.

Es sey also für die erste Frage der schallende Körper, zum Beyspiel eine angeschlagene Glocke, in S Fig. 3. und A sey ein bestimmter Punct der Wand DE, von welcher der Schall zurückgeworfen

sen wird. Die Frage ist: In welchem Puncte, oder besser, in welchen Puncten werden wir ein Echo des Glockenschlages hören? Um dies zu bestimmen, braucht man nur die gerade Linie SA, welche mit der Wand den Winkel m macht, und unter demselben Winkel n eine andere gerade Linie von unbestimmter Länge zu ziehen. In dieser geraden Linie wird man ein Echo hören, wenn man hinlänglich weit darin zurückgeht. Wie weit man darin zurückgehen müsse, um das Echo zu hören, hängt von der Entfernung der Glocke von der Wand und von uns ab. Gesetzt wir wären in O. Um nun durch Zeichnung zu untersuchen, ob hier das Echo hörbar sey, mache man erst in der Linie SO, von der Glocke gerade zu unserm Standpuncte gezogen, ein Stück SF = SA, und trage dann das übrige Stück der Linie, nämlich FO auf die Linie AO, so daß FO = AG: Ist nun der übrige Theil GO noch 65 Fuß lang, so ist noch ein Echo eines einfachen Schalles hörbar. Denn während der Zeit, da der directe Schallstral den Weg SO durchläuft, kömmt der reflectirte Stral von S nach A und von da bis G, indem SA + AG der directen Linie SO gleich gemacht ist. Der zurückgeworfene Stral kömmt also so viel später zu uns, als er Zeit braucht, um den Weg GO noch zurück zu legen. Ist dieser 65 Fuß, so kommt er eine Achtelsecunde nach dem directen Schall an, und wird abgesondert von diesem vernommen.

Die

Die zweite Frage war: Wenn der Ort des schallenden Körpers und der Ort des Hörers nebst der Lage der auffangenden Fläche gegeben sind, den Ort der letztern zu bestimmen, von welchem der zu uns gelangende zurückgeworfene Stral herkömmt: Auch diese kann nach katoptrischen Regeln auf folgende Art aufgelöst werden. Man ziehe von dem Puncte, wo der Schall entsteht, eine senkrechte Linie SD auf die zurückwerfende Fläche, und verlängere diese Linie hinter der Fläche, bis DH = SD ist, ziehe dann von H nach dem Ort des Ohres die Linie HO. Wo diese die zurückwerfende Fläche schneidet (in A), da ist der Punct, von welchem das Ohr in O den reflectirten Schall erhält.

34.

Theorie des Echo nach Chladni.

Daß ich meinen jungen Lesern ganz nach katoptrischen Gesetzen das Obige erklärt habe, glaub' ich damit rechtfertigen zu können, daß in dem betrachteten Falle, wo eine feste Fläche den Schall auffängt, der Erfolg wirklich so ist, wie wenn der Schall nach diesen Gesetzen zurückgeworfen würde. Ob die Zurückwerfung überhaupt

beym

beym Schalle ganz wie beym Lichte Statt findet, wie Einige, z. B. Hube, behaupten, oder ob die Sache sich beym Schall ganz anders verhalte, wie Andere, z. B. Chladni, wollen, darüber ist hier nicht der Ort uns in Erörterungen einzulassen. Wie das Echo nach des letztern Meinung angesehen werde, muß ich indessen wenigstens historisch, meinen jungen Lesern vortragen.

»Alle Wiederholungen des einfachen Schalles,« sagt Chladni in seiner Akustik S. 243., »beruhen darauf, daß die Verdichtungen der Lufttheile und die Geschwindigkeiten, mit welchen ein jeder sich aus seiner natürlichen Lage durch tinen sehr kleinen Raum hin- und herwärts bewegt, durch irgend einen Umstand verhindert werden, so gleichförmig wie bey der gewöhnlichen Verbreitung des Schalles miteinander fortzurücken.

»Da eingeschlossene und freye Luft sich in ihren Schwingungen nach einerley Gesetzen richten, so werden die Fälle, in welchen durch einen verschiedenen Gang der Verdichtungen und Geschwindigkeiten eine oder mehrere Wiederholungen des Schalles veranlaßt werden, sich am besteu übersehen lassen, wenn man (nach Anleitung Eulers) betrachtet, wie eine Luftstrecke, die in einer Röhre enthalten ist, oder überhaupt eine Luftstrecke, die man auf irgend eine Art isolirt, oder von der übrigen Luftmasse abgesondert sich vorstellt, unter verschiedenen Umständen nach einem einmal erhaltenen Stoße schwingen würde. Ob man übrigens

gens eine solche Röhre gerade oder gekrümmt, weit oder enge sich vorstellen will, ist einerley. Wenn die Röhre nach beyden Seiten zu unendlich lang ist, so werden die Verdichtungen und Geschwindigkeiten immer in gleichen Verhältnissen fortrücken. Es wird also in demselben, da bey dem Rückgange der Bewegung die Geschwindigkeit = o wird, auch die natürliche Dichtigkeit wieder hergestellt, und also kein Grund vorhanden seyn, warum mehrere Schwingungen erfolgen könnten. Man wird also nur einen einfachen Schall hören. Dieses ist der Fall bey der gewöhnlichen Verbreitung des Schalles, wo die Luft nicht mehrere Schwingungen macht, als der Körper, welcher sie in Bewegung setzt.

»Wenn aber die Röhre entweder nach einer oder nach beyden Seiten begränzt ist, so gehen die Verdichtungen und die Geschwindigkeiten der Lufttheile, welche in Bewegung gesetzt werden, in ungleichen Verhältnissen fort. Es wird bey dem Rückgange die Verdichtung und die Geschwindigkeit nicht in demselben Augenblick = o. Es muß also die Bewegung weiter fort und mehreremale vor- und rückwärts gehen, so lange, bis dieses erfolgt, oder die Bewegung wegen anderer Hindernisse aufhören muß.

»Es kann aber ein solches begränztes Ende der Röhre entweder offen oder verschlossen seyn. Ist es offen, so behält an dieser Stelle die Luft wegen ihres Zusammenhanges mit der äußern Luft immer

mer die natürliche Dichtigkeit, der Grad der Geschwindigkeit sey welcher er wolle. Ist es verschlossen, so ist die Geschwindigkeit der Luft, weil sie nicht ausweichen kann, an dieser Stelle einem = 0, so sehr auch die Verdichtung zunehmen mag.

Die verschiedenen Fälle, in welchen eine oder mehrere Wiederholungen des Schalles gehört werden, sind also folgende:

1. In einer Röhre, welche an einem Ende begränzt und offen, nach der andern Richtung ins Unendliche ausgedehnt ist, wird ein innerhalb der Röhre erregter Schall nur an dem offenen Ende einfach gehört; in der Röhre aber verdoppelt, so daß erst in geringer Entfernung von dem offenen Ende eine Resonanz, und wenn man sich weiter vom offenen Ende entfernt, ein Echo entsteht. Hier ist also ein Beispiel von einem einfachen Echo, welches sich nicht würde durch Reflexion erklären lassen.

2. Wenn die Röhre an einem Ende begränzt und verschlossen, nach der anderen Richtung aber ins Unendliche ausgedehnt ist, so hört man ebenfalls innerhalb der Röhre erst in geringer Entfernung von dem verschlossenen Ende eine Resonanz; sodann aber, wenn man sich weiter von dem Ende entfernt, ein deutliches einfaches Echo. Hier könnte man vielleicht sagen, daß das Echo aus Repercussion von dem verschlossenen Ende entstehe. Da aber ein solches Echo auch ent-

steht, wenn dieses Ende offen ist, so folgt, daß diese Erklärungsart nicht der Natur gemäß sey.

3. Wenn eine Röhre an beiden Enden begränzt und offen ist, so entsteht durch einen innerhalb der Röhre erregten Schall ein vervielfältigtes Echo, wo allemal die vierten Schläge einander ähnlich sind. — Hier wäre also wiederum ein Beyspiel von einem Echo, welches sich nicht aus Repercussion erklären ließe.

4. Wenn eine Röhre an beiden Enden begränzt und verschlossen ist, so entsteht wiederum ein vervielfältigtes Echo in eben denselben Zeiträumen, wie in dem vorigen Falle.

5. Wenn eine Röhre an beiden Enden begränzt, an dem einen Ende offen, an dem andern aber verschlossen ist, so entsteht ein vielfaches Echo, wo allemal die achten Schläge, oder wenn der Schall an dem verschlossenen Ende hervorgebracht und an dem offenen Ende gehört wird, die vierten Schläge mit einander übereinstimmen.

Von den hier angegebenen Fällen — (fährt Chladni fort) — wird der erste, wo eine Röhre an einem Ende begränzt und offen, nach der andern Richtung aber unendlich lang ist, in der Erfahrung nicht Statt finden, außer wenn man sich anstatt einer unendlich langen Ausdehnung eine so große Ausdehnung, daß der Schall unmerklich bis an das andere Ende wirken kann, vorstellt. So wird zum Beispiel in einem sehr langen Stollen, nachdem man mehr oder weniger

von

von dem Ende, wo er zu Tage vorgeht, sich entfernt, eine einfache Wiederholung des Schalles, wenn andere Umstände es nicht verhindern, als Resonanz oder als Echo gehört werden.

Der zweite Fall, wo in einer Röhre, die an einem Ende begränzt und verschlossen, nach der anderen Richtung aber unendlich lang ist, eine einfache Wiederholung sich zeigt, kommt in der Erfahrung am häufigsten vor. Da nämlich freye und eingeschlossene Luft sich in ihren Schwingungen nach einerley Gesetzen richten, so gehören hierher alle die Fälle, wo in freyer Luft ein fester Gegenstand, wie zum Beyspiel eine hohe Mauer, ein Wald oder eine Felsenwand der Richtung des Schalles entgegensteht, und also eine Luftstrecke nach dieser Richtung als begränzt, und nach der entgegengesetzten als unbegränzt anzusehen ist. Auf die Ebenheit oder Glätte der Fläche, an welche sich die Luftverdichtung stämmt, scheint gar nichts anzukommen, indem man öfters in rauhen Wildnissen, wo nirgends eine ebene oder glatte Fläche ist, die besten Echos antrifft, und bisweilen auch ein gegenüberstehender Wald schon ein ziemlich gutes Echo giebt. Es scheint mehr darauf anzukommen, ob die gegenüberstehende Fläche im Ganzen eine hierzu vortheilhafte Gestalt habe, damit eine beträchtliche Luftmasse sich bei ihren Verdichtungen gleichförmig dagegen stämmen könne.

Der dritte Fall, wo eine Röhre an beiden Enden begränzt und offen ist, zeigt sich bei bedeckten, besonders bei gewölbten Gängen und Gallerien, die an beiden Enden offen sind, wie auch schon einigermaßen in engen und langen Schluchten zwischen zwei Felsenwänden, oder auch in andern etwas tiefen und schmalen Hohlwegen, wo man gemeiniglich einen Nachhall des Schalles bemerkt, welcher sich bei einer hinreichenden Länge als Echo zeigen müßte, und nicht etwa aus Zurückwerfungen von den nahe bei einander befindlichen Wänden, sondern aus mehreren der Länge nach gehenden Schwingungen zu erklären seyn würde. Vermuthlich müßte die Grotte bey Pozzuoli zu Versuchen über Echo's dieser Art brauchbar seyn.

Der vierte Fall findet sich in solchen bedeckten Gängen oder sehr langen Sälen, die an beiden Enden verschlossen sind, wie auch in Bergwerken auf Gegenstrecken. Auch sind dahin solche vielfache Echo's in freyer Luft zu rechnen, wo große Flächen, zum Beyspiel zwei Felsenwände oder hohe Gebäude, in einer hinlänglichen Entfernung einander gegenüber stehen, und also die Verdichtungen der dazwischen befindlichen Luftstrecke sich abwechselnd gegen beide Flächen stämmen.

Der fünfte Fall kann sich in solchen bedeckten oder gewölbten Gängen zeigen, die an dem einen Ende offen sind, wie auch bisweilen in freyer Luft

an

an großen Gebäuden, wo das Hauptgebäude quer vorsteht, und auf beiden Seiten rechtwinklicht mit hohen und langen Seitengebäuden zusammenhängt.

35.

Welche Gegenstände geben ein Echo?

Ich habe meinen jungen Lesern in dem vorigen Abschnitte die Theorie des Echo nach der Meinung derer, welche die katoptrischen Gesetze hierbey nicht annehmen, aus Chladni's Akustik mitgetheilt. Ueber Einiges in dieser Theorie möchte man vielleicht noch etwas mehr Licht zu erhalten wünschen. So scheinen die Fälle nicht recht überzeugend aus einander gesetzt zu seyn, wo nach dieser Meinung ein Echo von dem offenen Ende einer Röhre, Gallerie 2c. herkommen soll. Ist das Ende offen — (so sagt Chladni in der oben angeführten Stelle), so behält an dieser Stelle die Luft wegen ihres Zusammenhanges mit der äußern Luft immer die natürliche Dichtigkeit, der Grad der Geschwindigkeit sey welcher er wolle. — Sollte dies nicht etwas klärer aus einander gesetzt werden können? Und (was vorzüglich zu beachten wäre,) bestätigt es sich durch die Erfahrung? Giebt wirklich in einer Strecke,

die

die an einem Ende begränzt und offen ist, ein Echo von dem offenen Ende her, und zwar ein einfaches, wenn sie nach der andern Richtung unendlich oder für den Schall so gut wie unendlich lang, ein vielfaches, wenn sie am andern Ende ebenfalls begränzt, offen oder verschlossen ist? Ich finde in der obigen Stelle aus Chladni keine bestimmte Angabe von Erfahrungen, sondern nur die Ausdrücke: es könnte, es würde, es müßte so erfolgen. Die eine von Chladni angegebene Erfahrung in Hohlwegen, sagt immer nur, daß ein Nachhall vernommen werde, welcher sich bei hinlänglicher Länge als Echo zeigen müßte, und nicht aus Zurückwerfung von den nahe einander gegenüberliegenden Wänden, sondern von den der Länge nach gehenden Schwingungen zu erklären seyn würde. Ohne dies gerade bestreiten zu wollen, kann man aber doch aus der angezogenen Erfahrung selbst nicht davon überzeugt werden. Sie spricht nur von einem Nachhall, dieser aber kann sehr wohl von den Wänden des Hohlweges selbst herrühren. An hinlänglicher Länge könnte es wohl bei so manchen Gängen, Hohlwegen und Gegenden zwischen Felswänden nicht fehlen. Um ein Echo eines einfachen Schalles zu hören, braucht es ja nicht einmal einer Länge von hundert Fuß. Diese Länge aber findet sich ohne Zweifel oft genug nicht allein zwischen Felswänden, sondern auch in den Straßen einer Stadt. Ich habe oft

auf

auf einer unserer bedeckten Brücken, die dazu meiner Meinung nach schon eine hinlängliche Länge haben müßte, und zwar Abends, wenn alles stille war, den Versuch gemacht, aber nie ein Echo von den offenen Enden her gehört. Diese Bemerkungen sollen nicht Widerspruch gegen die angeführte Meinung seyn, sondern nur den Wunsch ausdrücken, sie durch Erfahrungen bestätigt zu sehen, welches bis jetzt noch nicht hinlänglich geschehen zu seyn scheint.

Daß es beim Echo von festen Flächen, nicht darauf ankomme, daß die Fläche glatt und eben sey, (wie oben in der angeführten Stelle aus Chladni gesagt wird,) ist der Erfahrung allerdings gemäß. Eine solche Fläche, z. B. eine Felswand, kann eben ihrer unregelmäßigen Gestalt wegen, mancherley Winkel bilden, welche, statt das Echo zu verhindern, vielmehr dazu dienen können, es zu befördern und zu verstärken. So bemerkt schon Kircher in seiner Phonurgie, daß zwei Mauern neben einen rechten Winkel gegeneinandergestellt ein sehr deutliches Echo geben. Nämlich wenn (Fig. 4.) Jemand in S steht und gegen den Winkel DCE hin ruft, oder in die Hände klatscht rc., so wird der Schallstral SA von A nach B und von da nach S zurückgeworfen. Auf eben die Art aber wird auch der Schallstral 1B von B nach A und von da ebenfalls wieder nach S gelangen. Folglich wird der Schall stärker nach S zurückkehren, als bey

einer einzigen gerade entgegenstehenden Fläche, um so mehr, da dasselbe, was so eben von den beiden Schallstralen SA und SB gesagt ist, auch von allen übrigen Schallstralen gilt, welche in dem Winkel bey F, G, H, I auffallen.

Daß ein entgegenliegender Wald ein gutes Echo gebe, ist bekannt. Wie man ins Holz hineinruft, so schallt es heraus, ist schon ein altes deutsches Sprichwort. Hier mangelt es gänzlich an ebenen und zusammenhängenden großen Flächen. Aber gerade die Menge von Richtungen, welche viele Flächen hier gegen einander haben, kann der Hervorbringung des Echo sehr günstig seyn. Wenn Fig. 5. A, B, C drey Bäume eines Waldes vorstellen, so können viele Schallstralen, welche von einem Punkte S herkommen, von einem Baume zum andern, und so weiter nach S hin zurückgeworfen werden und dort ein Echo hervorbringen. Mehrere dicht hinter und neben einander stehende Bäume bieten um desto mehr reflectirende Flächen dar, und verstärken die Wirkung.

36.

Fortsetzung.

Kircher bemerkt schon in seiner Phonurgie in der zweiten Prälusion (wie er es nennt) des ersten

sten Kapitels, daß nicht nur Mauern, Felsen und ähnliche harte Körper, sondern auch Bäume, Holz, Blätter, bloße Erde, wenn sie auch nur locker sey, und vorzüglich Wasser und jede andere Flüssigkeit zur Zurückwerfung des Schalles geschickt sind. Er erzählt, daß er oft auf freyem Felde zwischen Rom und Tusculum, wo keine Mauer, keine Bäume, sondern nur Gesträuche, Steine und gefurchter Acker war, mit Verwunderung ein Echo gehört habe. Daß die Gesträuche und Furchen dasselbe verursacht hätten, sey ihm daraus gewiß geworden, weil er zu anderer Zeit, wo die Furchen geebnet und die Gesträuche weggehauen gewesen, an derselben Stelle kein Echo hörte. Man sehe daraus, sagt er, wie oft ein ganz geringer Umstand eine wunderbare Wirkung hervorbringen könne.

Obgleich ich nicht aus eigner Erfahrung bestätigen kann, daß Ackerfurchen ein Echo geben, so ist es mir doch gar nicht unwahrscheinlich, wenn anders die Furchen etwas tief sind, und man in gehöriger Richtung gegen dieselben ruft, klatscht ꝛc. Bei einem Flusse werden vermuthlich meine jungen Leser selbst schon ein Echo bemerkt haben. Wenn nämlich das jenseitige Ufer etwas hoch über dem Wasserspiegel und steil abgebrochen ist, so hört man den Wiederhall deutlich genug. Daß zwischen dem Orte, wo der Schall erregt, und dem, von welchem er zurückgeworfen wird, hier eine ebene Was-

serfläche

serfläche ist, und keine rauhen oder weichen Gegenstände dazwischen sind, die den Schall auffangen und schwächen können, ist ohne Zweifel ein vortheilhafter Umstand.

Ich erinnere mich einer Erfahrung aus meiner frühern Jugend, die ich an der Küste der Nordsee verlebte, daß ich auf dem flachen Ufer, wo gegenüber offene Meeresfläche war, ein Echo wahrnahm, allein ich war noch zu wenig im Stande zu beobachten, und bin jetzt nicht im Stande die Erfahrung zu wiederholen, daher hat sie keinen Werth. Vielleicht war es irgend ein Ufer einer der vielen Rinnen und Graben, die sich das Wasser bey Fluth und Ebbe wühlt, welches das Echo hervorbrachte: denn von der horizontalen Wasserfläche oder einer von Wasser zur Ebbezeit entblößten Landfläche läßt es sich wohl schwerlich erklären.

Daß Wasser übrigens eine gute zurückwerfende Fläche für den Schall abgeben könne, bemerkt Kircher in seiner mehrmals schon angeführten Phonurgie, indem fast alle Brunnen, wie er sagt, ein deutliches Echo geben. Er fügt die Bemerkung hinzu, daß das Echo deutlicher sey, wenn der Brunnen nicht mit einem Dache überdeckt, sondern oberwärts der freyen Luft bloßgestellt sey, weil die doppelte Reflexion den Schall undeutlich mache; wie auch, daß der Brunnen den Schall deutlicher

wie-

wiedergebe, wenn Wasser darin stehe, als wenn er von Wasser leer sey.

Als Beyspiel führt er einen Brunnen im Hofe des Vaticanischen Palastes zu Rom an, welcher auch die leisesten Worte, die man hineinspreche, so deutlich zurückgebe, daß man glauben sollte, es wäre unten Jemand versteckt, der sie nachspräche *).

Wenn

*) Porro aquam objectum anacampticum esse posse, experientia docet, cum omnes putei fere Echum efficiant distinctissimum, uti testatur puteus in atrio palatii Vaticani, qui voces hominum etiam submississimas tam distincte refert, ut homines intus latere judicares. Et quidem tanto perfectius omnia refert, quanto fuerit liberiori aëri expositus puteus: coopertus enim tecto aut linteo nihil praestat, cujus quidem rei causa non est alia, nisi duplex reflexio, quarum una ex fornice reflectit deorsum, altera ab aqua sursum, et sic confusum, nihil autem distinctum eas referre necesse est. Cum aqua praeterea maxime polita et speculari superficie sit et ad reflectendum aptissima, non mirum est ad lacus, stagna, flumina, maria Echum lubentius quam alibi stabulari. Certe putei id prae reliquis declarant, qui aquis abundantes decuplo resonantiores sunt, quam aquis nudati, praesertim, si interior superficies concave ad sphaericam figuram accesserit.

Kircher. Phonurg. I. 1. 2.

In dem, was Kircher hier von Wasserflächen bei Meeren, Teichen u. s. w. zu glauben scheint, möchte ich ihm doch nicht ganz beistimmen. Sollte zum Beispiel in dem Falle, den ich oben erzählte, der

Wenn Kircher sagt, daß fast alle Brunnen ein Echo geben, so möchte das doch mehr Einschränkung bedürfen. Nur bey tiefen Brunnen scheint es Statt finden zu können. Ich weiß nicht, ob man mehrere Beobachtungen darüber angestellt hat. Solche Brunnen, die in eine große Tiefe hinuntergehen, wie zum Beyspiel auf dem Königstein, auf der Conradsburg u. s. w. müßten dazu gute Gelegenheit darbieten.

37.
Fortsetzung.

Weil man in den rauhesten Wildnissen, wo keine glatte Flächen sind, oft die besten Echo's hört,

der Schall von der Fläche des Meeres wieder zu dem Rufenden zurückkehren? Wie ließe sich das aus den Gesetzen der Reflexion erklären? Daß Wasser den Schall zurückwirft, leidet keinen Zweifel; aber der Rufende selbst kann das Echo doch wohl von daher nur in dem Falle wie beym Brunnen erhalten, wo er von oben herunter senkrecht gegen die Wasserfläche ruft. In andern Fällen, wo die Schallstralen schief auf die Wasserfläche fallen, kann wohl nur ein zweyter Beobachter in gehöriger Stellung den zurückgeworfenen Schall erhalten. Bey dem Echo, was der Rufende selbst am Ufer des Flusses hört, ist es ohne Zweifel das Ufer jenseits, welches den Schall zurückgiebt, nicht die Wasserfläche.

hört, so hat man behauptet, das bloße Zurückwerfen der schallenden Lufttheilchen allein sey zur Hervorbringung eines Echo nicht hinreichend, weil sonst jede Oberfläche eines festen und harten Körpers den Schall verdoppeln müsse, welches doch der Erfahrung widerspreche. Es scheine vielmehr dazu eine Art von hohler Wölbung des zurückwerfenden Körpers zu gehören, welche mehrere divergirende Linien des Schalles wieder zusammenlenke, und an dem Orte, wo das Echo hörbar seyn soll, wieder vereinige, oder sie wenigstens parallel aussende, ohne den Schall weiter zu schwächen, so wie die Hohlspiegel divergirende Lichtstralen in ihrem Brennraume vereinigen, oder bisweilen parallel aussenden. So sagt Gehler in seinem physikalischen Wörterbuche im ersten Theile unter dem Artikel Echo.

Mir scheint indessen diese Art von hohler Wölbung, wie Gehler sich ausdrückt, nicht nothwendig zu seyn. Daß eine solche Wölbung, oder verschiedene Winkel, die von den zurückwerfenden Flächen gebildet werden, allerdings das Echo verstärken können, habe ich schon oben aus Kirchers Phonurgie angeführt; aber daß ohne eine solche Beschaffenheit der Flächen

gar

gar kein Echo entstehen könne — dieses scheint mir vielmehr der Erfahrung zu widersprechen. Ohne Zusammenlenken und Vereinigen oder Parallelaussenden der Schallstralen scheint sehr wohl ein Echo entstehen zu können.

Wenn wir nicht von jeder entgegenstehenden einzelnen ebenen Fläche, zum Beyspiel einer Mauer rc. ein Echo erhalten, so liegt wohl der Grund mehr darin, daß die Luftstrecke, durch welche der Schall hin und zurück sich fortpflanzen soll, zu frey ist, und so der Schall zu schwach wird. Irgend ein Zusammenhalten der Schallstralen scheint allerdings eine gewöhnliche Bedingung für das Echo mäßig starker Schälle zu seyn, wie Rufen, Pfeifen, Händeklatschen, aber nicht eben durch Höhlung oder winklichte Gestalt der zurückwerfenden Fläche selbst, sondern vielmehr durch seitwärts befindliche Gegenstände. Wird durch Gebäude, Waldungen, Erderhöhungen, eine von beiden Seiten oder auch allenfalls nur von einer Seite begränzte Luftstrecke gebildet, und es steht dann eine Fläche am Ende dem Schall entgegen, so erfolgt auch das Echo bey gehöriger Entfernung.

Ich führe hiervon eine Erfahrung an, die ich sehr oft des Morgens frühe gemacht habe, und welche meine jungen Leser, die in Städten wohnen, wenn sie anders, wie junge Leute immer sollten, früh aufstehen, ehe noch zu viel Geräusch auf der Straße ist, leicht selbst bestätigen können.

Wenn

Wenn man nämlich in einer geraden nicht gar zu engen Straße früh das Fenster öffnet und nur noch einzelne Tritte eines Menschen gehört werden, der an derselben Seite, wo man wohnt, auf der Straße geht, so hört man außer dem ursprünglichen Schalle auch den Wiederschall von der gegenüberstehenden Häuserreihe. Die Straße, worin ich wohne, ist zu dieser Beobachtung freylich besonders geschickt. Es ist die hiesige schnurgerade Cavalierstraße, die mit der Franzstraße in gerader Linie anderthalbtausend Schritte lang, dreyßig Schritte breit, und zu beiden Seiten mit Häusern von durchgängig zwey Stockwerken besetzt ist, deren Façaden, ohne vorspringende Erker und dergleichen, fast ununterbrochene ebene und parallele Flächen bilden. Wenn nun ein Nachtwächter, der sein Nachtwerk geendigt hat, oder ein Kutscher oder Tagelöhner, der sein Tagewerk anfangen will, mit derben Schritten an der Seite, wo ich wohne, auf den breiten Steinen, die Straße herauf kommt; so höre ich neben dem ursprünglichen Schall ein so deutliches Echo schräg von der gegenüberliegenden Seite her, daß, wer es zum erstenmal hörte, glauben sollte, es giengen zwei Menschen parallel mit einander fort, wovon aber der diesseitige den jenseitigen überholte. Ich könnte, glaube ich, ohne um ein Dutzend Schritte zu irren, die Stelle des gegenüberliegenden Hauses bestimmen, von dem bei irgend einem Tritte der zurückgeworfene

Schall

Schall zu mir hergesandt wird. Wenigstens habe ich mehrmals nach einer solchen Schätzung die folgenden Tritte gezählt und gefunden, daß ich mich in der beyläufigen Schätzung der Entfernung des Menschen, welcher die Straße herauf kam, nicht sehr geirrt hatte. Kommt dieser näher, so hört man endlich nur den ursprünglichen Schall der Fußtritte, das Echo verliert sich dann, nachdem es nach und nach immer näher mit dem ursprünglichen Schalle zusammen gefallen ist.

Hier ist nun offenbar nur Zurückwerfung von einer einzigen ebenen Fläche, indem die jenseitigen Häuser so gut wie eine einzige Wand bilden; es sind hier keine Winkel und hohle Wölbungen, aber die Luftstrecke, durch welche sich der Schall fortpflanzt, ist gleichsam in einen Kanal, den die Straße bildet, eingeschlossen. Ohne die diesseitige Häuserreihe würde man vermuthlich nichts hören, wenn man auch übrigens an derselben Stelle beobachtete, und ein Mensch auf eben der Linie gienge.

38.
Berühmtes Echo beym Capo di bove in Rom.

Die Echo's sind eine sehr bekannte Erscheinung; sie werden überall in verschiedenen Graden der Stärke und Schönheit gefunden, und man würde sie gewiß noch häufiger finden, wenn man gerade darauf ausgienge, sie aufzusuchen. So ist es meistens das Ungefähr, welches sie entdecken läßt. Diejenigen, welche am meisten Interesse für solche Beobachtungen haben, leben mehr in der Stube als im Freien, und kommen meistens nur zu einem Spatziergange aufs Feld. Ueberdem erfordert die Auffindung ein ziemlich starkes Rufen, Klatschen, Schießen rc. was man gerade auf einem Spatziergange nicht zu thun pflegt. Auch ist es oft nur ein einziger Standpunkt, wo auf eine kleine Stelle eingeschränkt das Echo gehört wird. Einen solchen Punkt gerade zu treffen, ist sehr zufällig.

Echo's, die eine oder ein paar einfache Schälle einmal wiederholen, sind so häufig, daß ein Jeder sie an seinem Aufenthaltsorte leicht antreffen wird. Solche aber, die einen einfachen Schall mehrere Male, oder eine gewisse Anzahl von einfachen Schällen einmal, oder endlich sogar mehrere einfache Schälle mehrmals wiederholen, müssen nothwendig selten seyn, und hiervon sind einige besonders berühmt geworden. Man würde

aber auch von diesen seltneren Echo's ohne Zweifel mehrere entdecken, wenn man, wie ich vorhin sagte, eigends darauf Jagd machte.

Ein ehemals sehr berühmtes Echo, welches aber schon Kircher nicht mehr wieder auffinden konnte, war bei dem Grabmahl der Metella zu Rom, welches jetzt Capo di Bove genannt wird. Boissard beschreibt es in seiner Topographie von Rom folgendermaßen *).

Das

*) Metellorum sepulcrum forma rotunda ex quadratis facta marmoribus candidis instar amplissimae turris, intus concava et superiore parte aperta, cujus muri crassi sunt circiter viginti quatuor pedum. En moeniam angulo adjacet, in cujus circuitu incisa sunt marmorea boum capita cute et carne denudata, ut in sacrificiis fieri solitum erat, quae contineantur lemniscis fasciarumque involucris, conjungentibus fructuum, florum ac foliorum congeriem. Festones vulgo appellant, et in intervallis patinae repositae sunt sacrificiorum. Capita boum fere sunt ducenta, ideo Capo di bovi appellatur, voluntque antiquarii, geminam Hecatomben factam esse in funere celebri Caeciliae Metellae, cujus nomen in fronte sepulcri legitur, in ingenti marmorea tabula versus portam areis praetorianae: Caeciliae Q. Oretici F. Metelli Crassi. Ad radices collis, in quo turris aedificata est, si quis integrum versum heroicum pronunciet, Echo admiranda eundem reddet versum et articulatum saepius. Ego Virgilianum illud primum Aeneidos distincte repeti octies integrum audivi et postea confuse aliquoties. Nusquam gentium ejusmodi Echo auditur: quae igitur tanto dicitur

Das Metellische Grabmahl hat eine runde Form, und ist aus weißen Quadern wie ein weiter, inwendig hohler; oben offener Thurm gebaut, dessen Mauern ungefähr vierundzwanzig Fuß dick sind. Es liegt in einem Winkel der Stadtmauern, woran ungefähr zweihundert Stierschädel mit Festons und Opferschalen dazwischen in Marmor ausgehauen sind, daher es den Namen Capo di Bove erhalten hat. Die Alterthumskenner behaupten deshalb, daß bei der berühmten Todtenfeier der Caecilia Metella eine doppelte Hekatombe (d. i. zweimal hundert Ochsen) geopfert worden sey. Auf einer großen Marmortafel an dem Grabmahl an der Seite nach dem Thore der Arx praetoria zu, lieset man die Inschrift: Caecilia Q. Oretici F. Metelli Crassi. Am Fuße des Hügels, auf welchem dieses thurmähnliche Gebäude stehet, hört man ein bewundernswürdiges Echo, welches einen ganzen Hexameter deutlich und mehrere Male wiederholt. Ich habe den bekannten ersten Vers von Virgils Aeneide achtmal deutlich, und dann

K 2 noch

dicitur excitata artificio, ut in funere hujus Caeciliae plorantium ejulatus, exclamationes et planctus funebres in immensum multiplicarentur, dum Hecatombe illa celebraretur duplex et ludi funebres in honorem Matronae praberentur.

Aus Boissards Topographie haben auch Kircher in seiner Phonurgie und Gassendi in seinen Anmerkungen zum Diogenes Laertius diese Beschreibung mitgetheilt.

noch einigemale undeutlich wiederholen gehört. Nirgends wird wohl ein ähnliches Echo existiren. Man glaubt, daß es absichtlich mit so vieler Kunst angelegt sey, damit das Klaggeschrei gleichsam ins Unendliche vervielfältigt würde, während die Doppel-Hekatombe geopfert, und die Trauerspiele zur Ehre der verstorbenen Dame gefeiert wurden.

Kircher erzählt, nachdem er dieses bewundernswürdige Echo nach Boissard beschrieben hat, daß er zwei oder dreimal mit der größten Aufmerksamkeit sich bemüht habe, dasselbe wieder aufzufinden, allein es sey ihm nicht gelungen. Er habe, sagt er, das Local gar nicht für ein solches Echo geschickt befunden, und er wisse daher nicht, wie Boissard davon so bestimmt (tam audacter) sprechen könne. Ob vielleicht das Local verändert sey? ob vielleicht irgend ein benachbartes Gebäude niedergerissen sey? könne er nicht entscheiden. Er habe wenigstens bei seinen vielen Nachforschungen nicht erfahren können, daß seit den hundert Jahren, wo das Echo noch sollte existirt haben, etwas niedergerissen sey, und müsse es daher Andern überlassen, dies weiter zu untersuchen.

Neuere Reisende haben, so viel mir bekannt ist, ebenfalls an dem Capo di bove kein Echo, wenigstens kein solches, wie Boissard beschreibt, entdecken können. Kircher scheint, wie wir eben gehört haben, beinahe etwas geneigt zu seyn, Boissards

sards Erzählung zu bezweifeln; und in der That, wenn man bedenkt, was ein Echo sagen will, welches den Hexameter

Ille ego, qui quondam gracili modulatus avena,

oder den

Arma virumque cano, Trojae qui primus ab oris

welcher von beiden hier unter dem ersten Vers der Aeneide gemeint ist, ist gleichviel, wer also bedenkt wieviel dazu gehört, daß ein Echo einen solchen Hexameter, der doch funfzehn bei sechszehn Sylben hat, nicht nur einmal, sondern sogar achtmal deutlich und dann noch einigemal undeutlich wiederhole, der möchte beinahe etwas ungläubig werden. Auf jeden Fall könnte nicht das Grabmahl selbst und die Mauerecke ein solches Wunder von Echo hervorbringen; es müßten offenbar ganz andere objecta phonocamptica in verschiedenen und großen Entfernungen hinter einander liegen, und davon sagen leider die Beschreibungen nichts. Wenn jeder der zweihundert Ochsenköpfe eine Sylbe nachsprechen konnte, so kämen gerade 12½ Hexameter von 16 Sylben heraus.

39.
Echo auf der Villa Simonetta bei Mailand, und in Pavia.

Ein einsylbiges aber nicht minder berühmtes Echo, dessen Existenz übrigens gewisser ist, als die des obigen, ist oder war das in dem Hofe des Simonettischen Landhauses in Italien, wovon Kircher uns folgende Beschreibung giebt.

»Ungefähr eine Meile von Mailand liegt die berühmte Villa, gemeiniglich Simonetta, von den Grafen dieses Namens benannt, welche die Besitzer derselben sind. Auf dieser Villa ließ Ferdinand Gonzaga ein Gebäude errichten, welches nicht eben durch architectonische Symmetrie, desto mehr aber durch ein bewundernswürdiges Echo berühmt ist. Im obersten Stockwerk dieses Gebäudes ist nämlich ein Fenster, wo ein Ruf vierundzwanzigmal, und je nachdem der Ruf stärker ist, auch mehreremal und gleichsam ins Unendliche vervielfältigt werden soll. Da ich dieses (spricht Kircher) von verschiedenen glaubwürdigen Paters (Kircher war selbst Jesuit) vernommen hatte, so wurde ich äußerst begierig, die Ursache einer so sehr vervielfältigten Reflexion zu untersuchen, und gab daher dem Pater Mattheus Storr, einem Priester unseres Ordens, einem glaubwürdigen und eben so sehr durch mannichfaltige Kenntnisse, als durch Wahrheitsliebe aus-

ausgezeichneten Manne, den Auftrag, mir das Gebäude und das ganze Local so genau als möglich abzuzeichnen. Dieser nahm die genauesten Maaße von dem Gebäude, und schickte mir die Zeichnung nebst Beschreibung der übrigen auf das Echo sich beziehenden Umstände zu. Ich lege jene meinen Lesern vor Augen.

Das Gebäude hat, wie man aus dieser Zeichnung siehet, zwei Stockwerke, die durch einen Corridor oder Gallerie getrennt sind, welche über dem Säulengange des untern Stockwerks herumläuft. K ist ein mit Steinen gepflasterter Hof. Das obere Stockwerk hat drei Theile, die der Betrachtung vorzüglich werth sind: zuerst das Hauptgebäude FLXM, sodann zwei parallel stehende Flügel XMVN und GFHL. Ihre Dimensionen sind folgende: Die Breite FX oder LM ist zweiundsechszig mailändische Schritt und vier Zoll. Um desto genauer hierbei zu verfahren, habe ich in der Figur den vierten Theil eines Schrittes oder einer mailändischen Elle beigefügt und mit den Buchstaben CZ bezeichnet. Die Höhe FL oder XM ist sechszehn Schritt und vier Zoll. Die Länge der Flügel MN oder HL, ist dreiunddreißig Schritt und drei Zoll; die Breite der Gallerie acht Schritt und sechs Zoll.

Das Fenster, aus welchem das Echo erregt wird, ist das einzige oben in der Mitte der Mauer XVMN, welches mit den Buchstaben RS bezeichnet ist. Dieses Fenster ist der einzige Ort,

um

um das Echo zu hören, an andern Stellen vernimmt man nichts davon. Aus dem Munde vieler Zeugen habe ich erfahren, daß ein Ruf vierundzwanzig, ja dreißig und mehrere Male nach der geringern oder größern Stärke desselben wiederholt werde. Auch glaube ich, daß überhaupt keine bestimmte Zahl der Reflexionen anzugeben sey, sondern daß diese ins Unendliche gehen, nur aber zuletzt nicht mehr hörbar sind, so wie bei einer Saite die Schwingungen zuerst deutlich genug erscheinen, bald aber unmerkbar werden, da denn der Schall erstirbt. Bei Reflexion des Lichts von zwei (parallel gestellten) Spiegeln zeigt sich eben dasselbe. Die Frage ist nun, woher dieses Echo rühre?« —

Kircher erklärt nun das Echo ziemlich weitläufig. Ich finde aber nicht nöthig, meinen jungen Lesern diese Erklärung ausführlich mitzutheilen, da sie selbst beim Anblick der Figur (die ich aus Kirchers Phonurgie beizufügen Willens bin) sich leicht die Reflexionen des Schalls vorstellen können.

Ich weiß nicht gewiß, ob dieses merkwürdige Echo noch existirt. Ich habe nur eine dunkle Erinnerung, als wenn ich vor einigen Jahren in den Zeitungen etwas davon gelesen hätte, was ich jetzt weder in meinem Gedächtniß, noch in meinen Papieren, noch in den Zeitungen wieder finden kann, — wie dies oft so geht, wenn man die Sache gerade gern haben möchte.

Ein

Ein nicht minder gepriesenes Echo war nach der Erzählung Cardans und Kirchers in einem Gebäude zu Pavia. Es soll dreißigmal eine Frage beantwortet haben (wie Kircher sich ausdrückt.) Unter den Fragen und Antworten sind vermuthlich solche zu verstehen, wo die letzten Silben der Frage eine Art von Antwort ausmachen. Zum Beispiel aus der oben beigefügten Stelle der Metamorphosen

Frage: Hic quis adest? — Antwort: adest! u. dergl.

Dieses Echo in Pavia soll übrigens so bestimmt und deutlich geantwortet haben, daß es von abergläubischen Leuten für übernatürlich, für eine Stimme eines in das Gebäude gebannten Geistes gehalten wurde *). Das Gebäude lag

*) Hic subjungam aliud mirificum aedificium Papiae adhuc superstes, eo artificio constructum, ut in ostio existens Echum percipiat ad miraculum prodigiosum, nam tricies interroganti respondere videtur, tam exacta singularum syllabarum pronunciatione, ut multi non naturae, opus sed daemonis illuc compacti illusionem esse simplicius sibi persuaserint. Quos inter et Hieronymus Cardanus fuit, quod equidem in homine ingenioso et naturae arcanorum minime inconsulto mirum est.

Kircheri Phonurgia, p. 85.

Freilich — mirum est! aber Cardan, der verständige Naturkündiger und Mathematiker, konnte sich demungeachtet von mancherlei Aberglauben nicht

lag oder liegt — (denn ich weiß nicht, ob noch vom Gebäude und vom Echo etwas existirt) am höchsten Orte der Stadt, neben dem Schlosse oder herzoglichem Palaste und hieß Salone, auch das Arsenal; ehemals diente es nämlich zu öffentlichen Spielen, nachher zur Aufbewahrung von Kriegsgeräthe. Es war viereckig, bis an das Dach 35 römische Ellen (Braccien) hoch; (?) 124 lang; 24 breit. Es hatte zwei Thüren, eine nach Norden, die andere nach Süden; letztere 30 Schritt von der Stadtmauer entfernt. Wenn beide Thüren geöffnet waren, so wiederholte das Echo, damals als Kircher es durch einen seiner Ordensbrüder untersuchen ließ, eilfmal; war die südliche verschlossen, achtmal; waren beide verschlossen, sechsmal. Der Ort, wo der Schall erregt werden mußte, war in der Mitte (vermuthlich heißt dies: mitten zwischen den beiden genannten Thüren). Am besten gab es die zweisilbigen Antworten. Die Menschenstimmen gab es deutlicher zurück, als die Töne der Blasinstrumente. Angenehm war es aber, wenn man auf einem Blasinstrumente die drei Töne eines Accords, z. B. des Dreiklangs c, e, g, oder wie man es sonst ausdrückte, ut, mi, sol, nach einander

nicht frei machen. Man pflegt zu sagen: Alter schützt nicht vor Thorheit; — aber in der That, man könnte sogar das Paradoxon behaupten: Verstand schützt nicht vor Thorheit. —

einander angab, da dann das Echo eine Art von Fuge daraus machte. Daß es damals, als Kircher es untersuchen ließ, nicht mehr so oft wiederholte, als es nach Cardans Nachricht thun sollte, erklärt Kircher daher, weil das Gebäude voll Waffen u. dergl. gelegen habe.

40.

Andere merkwürdige Echo's.

Ich würde meinen jungen Lesern ein ziemlich langes Verzeichniß von vielsylbigen und vielfachen Echo's mittheilen können, wenn ich deshalb Nachrichten aus Reisebeschreibungen u. s. w. zusammensuchen wollte; wozu ich aber weder Zeit noch Lust habe. Nur einige wenige, die mir theils aus Büchern, theils aus eigener Erfahrung bekannt sind, will ich hier kürzlich erwähnen.

Bei Coblenz am Ufer des Rheins soll ein Echo seyn, welches ein Wort siebenzehnmal wiederholt, wie Caspar Barth in den Anmerkungen zu Statius Thebaïde anführt. (Gehlers physikal. Wörterbuch I. Art. Echo.) Also ein einsilbiges aber vielfaches Echo, wie das in der Simonettischen Villa. Ob es bestimmtere Nachrichten von neueren Beobachtern darüber giebt, weiß ich nicht. Gehler sagt am angezogenen Orte nichts davon.

Zu Genetay bei Rouen ist ein Echo, welches in den Schriften der Pariser Akademie vom Jahre 1692 beschrieben wird, und welchem das ebenerwähnte bei Coblenz in manchen Stücken ähnlich seyn soll. An beiden Orten nämlich hört der Sänger nur seine eigene Stimme, der Hörer nur das Echo, aber mit großen Veränderungen, indem er bald nahe, bald fern, bald deutlich, bald garnicht, von Einem nur wie eine Stimme, von Andern wie viele, von Einem zur Rechten, vom Andern zur Linken gehört wird. Der Hof vor dem Lusthause zu Genetay hat eine halbkreisförmige Gestalt. Um die Erscheinungen, wie sie eben beschrieben sind, hervorzubringen, muß der Sänger gegen den Eingang des Hofes sich fortbewegen.

Bei Verdun ist ein Echo, welches in den Schriften der Pariser Akademie vom Jahr 1710 beschrieben ist. Es rührt von zwei großen Thürmen her, welche sechsundzwanzig Toisen von einander entfernt, und durch ein dazwischen liegendes Hauptgebäude getrennt sind. In dem einen ist ein gewölbtes Zimmer, in dem andern ist der Vorhof gewölbt. Diese Wölbungen wirken auf den Schall, wie zwei Spiegel auf das Licht; es sendet immer eine der andern den Schall zu wiederholten Malen zu. Spricht man also auf der geraden Linie zwischen den beiden Thürmen ein lautes Wort, so hört man es zwölf bis dreizehnmal in gleichen Zwischenzeiten, doch immer schwä-

schwächer. Entfernt man sich von der geraden Linie, so hört man keine Wiederholung; kömmt man zwischen den einen Thurm und das Hauptgebäude, so hört man nur eine einzige.

In irgend einer Reisebeschreibung erinnere ich mich von einem See in Irland gelesen zu haben, daß daselbst ein schönes Echo sey, welches einige Tacte eines musikalischen Stücks mehrere Male immer schwächer wiederhole, und wo daher eine Musik von Blasinstrumenten, besonders Waldhörnern, eine vortreffliche Wirkung thue.

Jetzt noch ein Paar Beispiele aus eigener Beobachtung. Das erste von meinem Geburtsorte Hooksiehl in der Herrschaft Jever. Dieser Marktflecken, wo zugleich ein Hafen für Kauffahrteischiffe von mittler Größe ist, liegt an der Jahde, einem Busen der Nordsee. Von dem Hafen an, erstreckt sich längs dem Außentieft oder Kanal, welcher in den Meerbusen führt, ein Deich, das heißt ein hoher Wall, der das Land gegen die Ueberschwemmungen der See schützt. Auf diesem Deiche erinnere ich mich in meiner ersten Jugend ein Paarmal mit ein Paar Waldhornisten an einem stillen Sommerabend ein sehr vorzügliches Echo gehört zu haben, welches die letzten drei oder vier Tacke eines musikalischen Stücks dreimal vernehmlich wiederholte, und zwar so, daß zwischen den Wiederholungen ein Paar Secunden Zeit verflossen. Die erste Wiederholung kam von dem eben erwähnten Orte Hooksiehl her,

von

von welchem die Stelle etwa tausend bis anderthalbtausend Schritt entfernt seyn mochte. Die zweite schien von einem, eine gute Viertelstunde weiter liegenden Dorfe Pakens herzukommen. Die dritte endlich, kaum hörbar, von einem noch weiter entfernten Orte. Die Gegend ist völlig eben, ohne Berge und Hügel, außer daß die Kirchen meistens auf Hügeln liegen, die vermuthlich vor alten Zeiten von den Einwohnern aufgeführt worden, ehe das Land durch die hohen Deiche geschützt war, um sich und ihre Haabe bei hohen Fluthen dahin zu flüchten. Wenn dieses Echo noch existirt — denn zufällige, geringscheinende Veränderungen, das Wegreißen einer Gruppe von Bäumen, einer Mauer, ein neuerrichtetes Gebäude u. dergl. können ein Echo bald vernichten; — wenn also es noch existirt, so verdiente es wohl eine aufmerksamere Beobachtung, als wozu ich damals Kenntniß und Interesse hatte.

Ein schönes Echo fand ich auch im Anfange meines hiesigen Aufenthalts auf dem Muldenstein, einer felsigen Erhöhung — denn einen Berg kann man es nicht nennen — am Ufer der Mulde, in der Nähe des Städtchens Jeßnitz, ein Paar Meilen von Dessau. An einem gewissen Standpunkte auf dem nördlichen Abhange des Hügels, wurde ein Wort von einigen Sylben zuerst von der Kirche des benachbarten Dorfes Muldenstein, und dann nach Verlauf von ein Paar Secunden von irgend einem andern weiter

ter entfernten Gegenstande deutlich wiederholt. Ich habe nachher ein Paarmal umsonst es wiederzufinden versucht; entweder traf ich die rechte Stelle nicht, oder das emporgewachsene Gebüsch hatte das Echo vernichtet.

Ein anderes merkwürdiges Echo, welches ich aus eigener Erfahrung kenne, ist das auf der Roßtrappe, am Niederharze. Gewiß werden viele meiner jungen Leser, die nicht zu weit von dieser romantischen Gebirgsgegend entfernt wohnen, irgend einmal etwa eine Fußreise dahin anstellen, wovon ich ihnen im Voraus viel Nutzen und Vergnügen verspreche, wenn sie in Gesellschaft eines erfahrnen Führers reisen. Die Beschreibung der Roßtrappe würde hier nicht an ihrem Orte seyn; sie findet sich in mehreren Büchern, unter andern in Schröders Abhandlung vom Brocken. Die Gegend ist unstreitig sehr romantisch und von einer erhabenen Schönheit, aber Schröders Beschreibung davon fällt doch etwas ins Gesuchte, Uebertriebene und Weitschweifige. Oben auf der hervorstehenden Felsenklippe, wo der Blick sich in ein tiefes, finsteres und enges Thal verliert, pflegt man aus einer gleichsam von der Natur gemachten Schießscharte eine Pistole loszuschießen, um das schöne Echo zu hören, welches die näher und weiter liegenden Berge und Felsen verursachen. Man hört zuerst einen einfachen Knall und ein fast einfaches Echo, aber nach

Ver-

lauf einiger Secunden, ein stark vervielfältigtes, welches ziemlich das Rollen des Donners nachahmt.

Bei einem Paar Felsen ebenfalls auf dem Harze nicht weit vom Brocken, bei dem Dorfe Schiereke — die Schnarcher genannt, giebt es auch ein merkwürdiges Echo, welches ich aber nicht aus eigener Beobachtung kenne. Uebrigens giebt es in solchen rauhen Gegenden, wie die in der Nähe des Brockens, zum Beispiel bei den Hohneklippen u. s. w. gewiß noch viele Echo's, die der Mühe werth seyn mögen, aufgesucht zu werden.

Doch genug von den eigentlichen Echo's. Bei Beschreibung der Beispiele von solchen Phäonmenen kann man nicht vermeiden, selbst das Echo der früheren Erzähler zu seyn. Dies wird auch bei dem folgenden mit jenem verwandten Phänomen der Fall seyn, wovon ich nur zum kleinsten Theil aus eigener Erfahrung, meistentheils aus Nachrichten von Andern, meinen jungen Lesern Einiges mittheilen werde.

41.
Sprachgewölbe.

Das Wort Sprachgewölbe paßt zwar in der engeren Bedeutung für ein nach einer gewissen Krümmung gebautes Gewölbe, wo etwas, was leise in einer gewissen Stelle gesprochen wird, in einer andern bestimmten Stelle deutlich vernommen wird. Wir wollen es aber hier in einer etwas weiteren Bedeutung nehmen, und darunter alle ähnlichen, sey es absichtlich gemachten, oder durch Zufall entstandenen Vorrichtungen verstehen, wo ein wenn gleich schwacher Schall durch Zurückwerfung an einem Punkte vernehmlich wird, wo man ihn durch die directe Fortpflanzung nicht mehr hören kann.

Diese Erscheinung unterscheidet sich also von dem Echo. Beim Echo wird ein starker Schall von einem in beträchtlicher Weite stehenden Gegenstande zurückgeworfen; es ist nicht nothwendig, daß mehrere divergirende Schallstralen in Einen Punkt zusammengebracht werden, (wiewohl dieses mitwirken und das Echo verstärken kann.) Man kann den ursprünglichen Schall durch directe Fortpflanzung weit hören, man kann den zurückgeworfenen Schall auch an demselben Orte hören, wo der ursprüngliche erregt ward. Beim Sprachgewölbe und ähnlichen Vorrichtungen hingegen ist nur eine geringe Entfernung des schal-

lenden Körpers von dem zurückwerfenden Gegenstande; der Schall, welcher dadurch nach einer Gegend hin gebracht wird, braucht nur sehr leise, und außerdem in dieser Gegend kaum oder gar nicht hörbar zu seyn; das Zusammenbringen vieler divergirender Schallstralen in Einen Punkt ist hier wesentlich. Das Wort, was die Engländer für solche Plätze haben, wo diese Erscheinung Statt findet, scheint daher wirklich passender zu seyn, als das, was wir hier zur Ueberschrift dieses Abschnitts genommen haben. Sie nennen sie nämlich whispering-places, welches wir durch Flüster-Plätze übersetzen können.

Zu solchen Plätzen ist nun, wie wir eben schon erinnert haben, ein wesentliches Erforderniß, daß divergirende Schallstralen in Einen Punkt, oder wenigstens in einer kleinen Stelle um einen gewissen Punkt herum nahe zusammengebracht werden, und dazu ist denn das nöthig, was in der oben angezogenen Stelle aus Gehlers physikalischem Wörterbuche zum Echo — (aber unsers Bedünkens nach nicht nothwendig) — erfordert wurde, nämlich eine gewisse gewölbte Höhlung.

Ich habe meine jungen Leser schon in einem vorhergehenden Theile dieser physikalischen Unterhaltungen, mit einigen Eigenschaften der Ellipse bekannt gemacht. Unter diesen merkwürdigen Eigenschaften ist auch die, daß Linien, die von den beiden Brennpunkten nach irgend einem Punkte des Umfangs gezogen werden, daselbst

mit

mit der Tangente an diesem Punkte gleiche Winkel machen. Die kleine Stelle eines elliptischen Bogens nun, wo die beiden erwähnten Linien zusammenstoßen, hat dort dieselbe Richtung, welche die Tangente hat; daher kann man auch sagen, daß die beiden Linien von den Brennpunkten nach einem beliebigen Punkte des Umfangs, mit dem elliptischen Bogen selbst gleiche Winkel machen.

Außer dieser Eigenschaft der elliptischen Krümmung müssen sich meine jungen Leser noch eine von der parabolischen Krümmung erwiesene Eigenschaft merken. Bei der Parabel machen nämlich die Linie, welche von ihrem Brennpunkte aus nach irgend einem beliebigen Punkte des Umfangs, und die, welche von hieraus parallel mit der Axe gezogen wird, mit der Tangente an diesem Punkte und folglich mit dem parabolischen Bogen selbst gleiche Winkel. Man kann sich die Parabel als eine Ellipse vorstellen, deren zweiter Brennpunkt unendlich weit entfernt wäre. Diejenigen unter meinen jungen Lesern, welche einmal sich in das Gebiet der höhern Geometrie wagen, werden die merkwürdigen Eigenschaften dieser und anderer krummen Linien dann näher kennen lernen, und mit Vergnügen und Ueberraschung bemerken, wie sehr diese Lehren in die Naturerscheinungen eingreifen — weit mehr als die der Elementargeometrie. Diese betrachtet nur diejenigen Wahrheiten von räumlichen Größen, welche aus gera-

der Linie und Kreis herfließen. Aber die Formen und Bewegungen, welche die Natur unserm Auge darbietet, sind selten geradlinig oder kreisförmig. Es wirkt bei Naturerscheinungen, seyen es bleibende oder vorübergehende, selten eine einzige Kraft; sondern es combiniren sich mehrere, und so erhalten Formen und Bewegungen meistens, bei weitem meistens, die Eigenschaften höherer krummer Linien, welche eben der Gegenstand der höhern Geometrie sind. — Doch wir kommen von unserem Schallphänomen ab. Aus den ebenerwähnten Eigenschaften der Ellipse und Parabel, die meine jungen Leser mir hier einstweilen aufs Wort glauben mögen, bis sie selbst die Beweise davon einsehen, die ich ihnen hier nicht wohl vortragen kann, ohne mich zu weit von unserem Gegenstande zu entfernen — aus diesen Eigenschaften der Ellipse und Parabel also, werden sie nun die Phänomene der Sprachgewölbe u. dergl. erklären können.

Da nämlich nach den Gesetzen der Zurückwerfung der Winkel, unter welchem ein elastischer, geradlinig bewegter Körper gegen eine Fläche stößt, demjenigen gleich ist, unter welchem er von derselben wieder zurückprallt, welches wie bei festen elastischen Massen, so auch bei Licht- Wärme- und Schallstralen Statt findet, so müssen nun folglich alle Schallstralen, die aus dem einen Brennpunkt einer Ellipse kommen, nach dem andern Brennpunkt hin zurückgeworfen werden,

weil

weil die beiden Linien von jedem beliebigen Punkte der Ellipse nach beiden Brennpunkten gezogen, gleiche Winkel mit der Ellipse machen.

Und bei einer parabolischen Höhlung müssen aus eben dem Grunde alle Schallstralen, welche von einem sehr entfernten Punkte, also so gut wie parallel mit der Axe einfallen, nach dem Brennpunkt hin, und umgekehrt, alle diejenigen, welche aus dem Brennpunkte kommen, müssen parallel mit der Axe zurückgeworfen werden.

In so fern eine sphärische Krümmung nicht zu sehr von einer parabolischen abweicht, kann man denn auch bei einer sphärischen Höhlung von wenigen, z. B. von etwa 10 bis 20 Graden, dieselbe Wirkung hervorbringen.

Die Weite des Brennpunktes der Parabel von ihrem Scheitel, oder kurz die Brennweite der Parabel beträgt genau ein Viertel des Parameters der Parabel, und bei einer sphärischen Krümmung von wenigen Graden, die nicht sehr von der parabolischen abweicht, ist die Brennweite ein Viertel des Diameters des Kreises.

Doch genug von dieser blos geometrischen Theorie; wir wollen nunmehr einige Erscheinungen dieser Art erzählen.

42.

42.

Ohr des Dionys.

Das erste sey das berühmte Ohr des Dionysius, oder la grotta della favella zu Syrakus, wovon unter andern Mirabella in seiner Ichnographia Syracusana, Kircher in seiner Phonurgie, und unter den neueren Reisenden Swinburne und Brydone in seiner Reise nach Sicilien, eine Beschreibung geben. Es ist eine Grotte oder Höhle in einem Felsen, welche zum Gefängnisse gedient haben soll, und, wie Viele glauben, absichtlich so eingerichtet wurde, daß der Tyrann Dionysius in einem Zimmer über dieser Grotte durch einen sich aufwärts windenden Kanal alles hören konnte, was in dem Gefängnisse unten gesprochen wurde. Man giebt dem Tyrannen auch Schuld, daß er nach Beendigung des Werks Alle, die daran gearbeitet hatten, habe hinrichten lassen, damit die Einrichtung dieser Grotte ein Geheimniß bliebe. Hierauf ließ er Alle, die ihm verdächtig waren, in das Gefängniß einsperren und behorchte ihre Gespräche. Das Behorchen mag für den mißtrauischen Charakter des Dionysius, und das Morden der Arbeiter für seine Grausamkeit passend scheinen; indessen wollen wir wenigstens das Letztere, zur Ehre der Menschheit, bezweifeln. Auch hätte er wohl schwerlich seinen Zweck damit erreicht, die

Sache

Sache verborgen zu halten, denn während der Arbeit selbst mußte ja wohl schon etwas von dem seltsamen Werke bekannt werden. Ob überhaupt das Ganze eigends zu der erwähnten Absicht gemacht sey, scheint nicht ganz ausgemacht zu seyn. Kircher glaubt es zwar und hält es für so künstlich, daß er es für eine Angabe des Archimedes erklärt. Wenn dagegen Andere es für einen Beweis der Grausamkeit und des Scharfsinnes des Tyrannen erklären, wie Brydone, so möchten sie in Rücksicht des letzteren Prädikats vielleicht dem Dionys zu viel thun. Die Beschreibungen von diesem Werke der Kunst oder des Zufalls sind nicht so deutlich und übereinstimmend, als zu wünschen wäre. Brydone giebt ihr 80 Fuß; Swinburne 58 Fuß Höhe. Die Länge wird zu 250 Fuß angegeben. Was soll man mit solchen Angaben machen? man erhält dadurch so gut wie gar keine Vorstellung von der Beschaffenheit der Sache. Kircher, der doch selbst die Grotte untersucht zu haben versichert, ist eben nicht deutlicher. Er giebt zwar eine Art von Zeichnung, gesteht aber selbst, daß es schwer sey, die gewundene Gestalt darzustellen. In dieser Zeichnung, welche den senkrechten Durchschnitt des Felsens vorzustellen scheint, ist ein gedoppelter, schlängelnd aufwärts gehender Kanal abgebildet, welcher von unten, wo die Gefängnisse waren, durch den Felsen hinauf bis zum obenstehenden Gebäude führt, wo Dionysius gehorcht

haben

haben soll. Ich mag meinen jungen Lesern diese Abbildung nicht mittheilen, weil es ein sehr mittelmäßiger Holzschnitt, und wahrscheinlich eben nicht sehr richtig ist. Ein Paar Nachrichten neuerer Reisenden besinne ich mich in Händen gehabt zu haben, unter andern, wenn ich nicht irre, in Seume's Spaziergang nach Syrakus; die ich aber jetzt nicht zur Hand habe. Was die Wirkung des Schalles in dieser Grotte betrifft, so sind die Berichte davon vielleicht etwas übertrieben. Kircher sagt: »es ist hier nicht etwa ein gewöhnlicher Wiederhall, der den Schall ähnlich zurückgiebt, sondern ein leises Sprechen wird zum Geschrei verstärkt, ein bloßes Husten wird zum Donner ähnlichem Getöse; wenn man ein Tuch ausschlägt, so ist es ein Knall wie von einem losgebrannten Geschütze. Uebrigens wird der Schall nicht allein verstärkt, sondern auch mehrmals wiederholt. Daher ein Canon von zwei Personen gesungen, vierstimmig tönt.« Brydone sagt, der Schall, welcher durch das Zerreißen eines Stückes Papier entsteht, werde völlig so stark als der, den an einem andern Orte ein ziemlicher Stockschlag an ein Bret verursachen würde.

Mehr weiß ich meinen jungen Lesern jetzt von dem berühmten Ohre des Dionysius nicht zu erzählen. Ob dieses Wenige richtig sey, und ob sich nicht etwas Befriedigenderes darüber sagen ließe, müssen wir dahin gestellt seyn lassen,

bis

bis wir einmal selbst einen Spaziergang nach Syrakus machen können, um an Ort und Stelle dies Wunder vom Ohr zu untersuchen.

43. Verschiedene akustische Erscheinungen, hauptsächlich bei Gebäuden.

Kircher führt noch drei andere Beispiele von Oertern an, wo ein leiser Schall sich durch Kanäle fortpflanzt; das erste in einem Hofe zu Mantua; das zweite in dem berühmten Palast Caprarola. Seiner Beschreibung nach ist in beiden ein halbkreisförmiger Kanal durch Wände und Decke geführt, wo denn am einen Ende deutlich gehört wird, was ein Anderer am andern Ende leise spricht. Das dritte Beispiel von einer durch Zufall entstandenen ähnlichen Localdisposition habe ihm der Pater Jacob Bonvicinus gemeldet. Es sey in dem Thal am Vesuv. Hier hätten, seit dem letzten Brande dieses Vulcans, die Einwohner verschiedene Kanäle von dem Berge bis in das Thal herab ausgegraben, um das Wasser herunter zu leiten. Wenn nun jemand oben an der Mündung eines solchen Kanals spräche, so höre man es unten am Berge so deutlich, als ob es von einem nebenstehenden Menschen käme. Daher höre man hier

hier oft, wie Kircher sich ausdrückt, bloß durch die Geschwätzigkeit der Natur (sola naturae garrulitate) ein Gespräch von Hirten, ohne jemanden zu sehen, welches Viele für ein Prodigium hielten. —

Doch wir kehren zu den akustischen Phänomenen bei Gebäuden zurück.

Hiebei müssen wir zuvörderst noch der alten römischen Aquäducte erwähnen. Meine jungen Leser wissen vielleicht, daß die Römer, dieses mächtige und luxuriöse Volk, welche so viele riesenhafte Werke, insonderheit der Baukunst, theils zum Nutzen, theils zur Pracht aufführten, wovon wir noch so manche Ruinen anstaunen, die der Verwüstung der Zeit und der Menschen trotzten, daß, sage ich, diese Römer auch viel auf Wasserleitungen verwendeten, um ihre Hauptstädte mit reinem trinkbaren Wasser zu versorgen. Dergleichen Wasserleitungen waren zum Theil mehrere Meilen lang über Berge und Thäler fortgeführte, auf Schwibbögen ruhende Kanäle, in welchen das Wasser von entfernten Gegenden her nach der Stadt geleitet wurde. Von diesen Kanälen erzählt denn Kircher (von Hörensagen), daß die Menschenstimme sehr weit darin ungeschwächt fortgepflanzt werde. Wenn in einer Weite von 500 Fuß jemand leise spreche, so glaube man ihn ganz in der Nähe. Ja in den Noten zu Derhams Physicotheologie wird gar von

einer Weite von sechszehn Meilen gesprochen, auf welche eine Menschenstimme darin hörbar seyn sollte, welches, wenn es gleich nur von italienischen oder englischen Meilen gemeint ist, doch ein wenig stark zu seyn scheint.

Zu Heidelberg, erzählt Kircher, ist ein sehr großer runder Thurm, wo, wenn zwei Personen sich diametral einander entgegenstellen, (welches vermuthlich so gemeint ist, daß sie mit dem Gesicht gegen die Wand gekehrt sind) sie leise mit einander sprechen können, und sich vollkommen verstehen.

In der Peterskirche in Rom, erzählt Kircher weiter, habe er selbst eine ähnliche Erfahrung gemacht. Am inneren Umfange der Kuppel gehe eine Gallerie herum, die so breit sey, daß ein Wagen darauf fahren könne. Wenn sich zwei Personen hier an zwei Enden des Durchmessers stellten, welches doch eine Distanz von ungefähr hundert Fuß sey, so verstände eines die leisesten Worte des Andern, selbst wenn unten in der Kirche Geräusch von Menschen und Musik sey. In den übrigen Stellen des Umfangs auf der Gallerie höre man nichts.

Das Pantheon in Rom, eines der schönsten und am besten erhaltenen Gebäude aus dem Alterthume, hat auch die Eigenschaft, daß es den Schall sehr verstärkt: daher, wie Chladni in seiner Akustik anmerkt, wenn darin gepredigt

wor-

worden, Viele nur deshalb hineingiengen, um dieses wahrzunehmen.

In der Paulskirche in London, welche bekanntlich der Peterskirche ähnlich an Gestalt ist, findet man ebenfalls ein solches akustisches Phänomen. Das Ticken einer Taschenuhr kann, wenn kein Geräusch auf der Straße ist, von einer Seite des Doms zur andern gehört werden; und ein Flüstern wird ringsumher in dem ganzen Dom vernommen *).

In der Gloucester Cathedrale findet sich dasselbe, doch minder stark, nach Derhams Erzählung in seiner in der vorigen Anmerkung angeführten Physicotheologie.

Im Kleinen kann man das Phänomen beinahe an allen Schwibbögen mehr oder minder beobachten, so ist es z. B. an dem gothischen Bogen einer Kirchthüre einer der hiesigen Stadtkirchen sehr merk-

*) But the Dome of St. Pauls London, is a more considerable Whispering-Place when the ticking of a Watch (when no Noifs is in the Struls) may be heard from Side to Side; yea a Whisper may be sent all round the Dome. And not only in the gallery, below but above upon the Scaffold, I bried, and found that a Whisper woold be carried over One's head round the Top of the Arch, nothwithstending then is a large Opening in the middle of it into the upper Part of the Dome.

Derham Physicotheol. 120.

merklich. In gewölbten Kellern findet es sich ebenfalls oft, wenn sie gleich nicht eigends dazu gewölbt sind.

Meine jungen Leser wissen aus dem Vorigen, wie die Wölbung seyn muß, die eigends dazu dienen soll, einen leisen Schall von einer Stelle zu einer andern zu bringen. Es mögen indeß wohl sehr wenige Gewölbe eigends in akustischer Hinsicht gebaut werden. Unter der Sternwarte in Paris befindet sich ein solches eigentliches Sprachgewölbe. Kircher that eine Menge Vorschläge, wie große Herren, die ihr Geld nicht besser anzuwenden wüßten, sich Zimmer, Säle, Gebäude einrichten könnten, um theils zum Vergnügen, theils etwa auch in Dionysischen Rücksichten, die in entfernten Zimmern geführten Gespräche unsichtbar zu hören. Große ungeheure Trichter, deren weite Oeffnung die Decke der Zimmer ausmacht, leiten durch lange Röhren den Schall durch mehrere Zimmer bis zum Ohr des Horchers. Kircher scheint sich sehr in solchen Ideen zu gefallen, und bildet sie zu mehrerer Deutlichkeit in Figuren ab.

44.
Akustische Wirkung parabolischer Hohlspiegel.

So wie in einem nach der Ellipse gewölbten Zimmer ein leiser Schall, der in dem einen Brennpunkte erregt ist, in dem andern Brennpunkte deutlich gehört wird, so kann man ganz dieselbe Wirkung auch hervorbringen, wenn man zwei Hohlspiegel hat, welche aber freilich zu diesem Behufe ziemlich groß und parabolisch geformt seyn müssen. Auf Spiegelpolitur kömmt es dabei eben nicht an, wenn sie nur zu akustischen Versuchen, nicht aber zum Bildermachen dienen sollen.

Werden zwei solche große Hohlspiegel sich parallel in einiger Entfernung von einander gegenüber gestellt, und man legt in dem Brennpunkt des einen eine Taschenuhr, so ist ihr leises Tikken im Brennpunkte des andern deutlich zu hören, wenn man gleich außerdem in derselben Entfernung nichts mehr davon hört. Die Schallstralen werden nämlich von dem ersten Spiegel, von dessen Brennpunkte sie ausgehen, parallel mit einander als ein Stralencylinder zurückgeworfen; so werden sie von dem zweiten Hohlspiegel aufgefangen, der nun diese parallel erhaltenen Schallstralen wieder in seinem Brennpunkt vereinigt.

Die größten Spiegel, womit dieser interessante Versuch angestellt worden ist, sind zwei von Höse verfertigte, welche, wenn ich mich recht erinnere, in Dresden sind, vier Ellen im Durchmesser haben, und im Jahre 1756 zu diesem Versuche gebraucht wurden. Die Weite zwischen solchen Spiegeln kann hundert und mehrere Fuß betragen. Spiegel von geschlagenem Messing von einer Elle im Durchmesser sind schon zu diesem Versuche tauglich.

45.

Schallgefäße.

Die Materie von der Einrichtung der Gebäude, der Säle, Kirchen, Theater, in akustischer Hinsicht ist so interessant, daß, wie ich glaube, meine jungen Leser sich gern noch etwas mit mir dabei verweilen werden. Wir wollen zuerst eine merkwürdige Einrichtung vornehmen, welche uns Vitruv in seinem Werke über die Baukunst erzählt, daß sie in manchen alten Theatern, obwohl nicht in Rom selbst angebracht gewesen sey, um den Schall zu verstärken, und worüber man, ungeachtet dieser ziemlich ausführlichen Beschreibung Vitruvs, doch immer noch nicht recht aufs Reine ist.

Die

Die Theater der Alten waren, wie manche meiner jungen Leser vermuthlich wissen werden, ganz anders als die unsrigen eingerichtet. Es waren keine ganz bedeckten Gebäude, die Sitze der Zuschauer hatten die Form eines Halbzirkels, und erhoben sich stufenweise hinter einander. Bei dieser Bauart, da sie kein Dach hatten, konnte man sie nach Gefallen so groß machen, als es für das schauspiellustige Volk nöthig war. Bei ihrer Größe aber mußte man auch alles hervorsuchen, den Schall der Stimme des Acteurs bis zu den entferntesten Sitzen der Zuhörer zu bringen. Dazu dienten zum Theil Masken mit kurzen trichterförmigen Mundstücken, welche die Dienste eines kleinen Sprachrohrs thaten. Zwar mußten diese Mundstücke dem Acteur ein unförmliches und häßliches Ansehen geben, und das Minenspiel gieng durch die Maske überhaupt verloren, aber immer blieb doch das Verstehen der Worte die Hauptsache. Wie manchem unserer heutigen Schauspieler würden wir nicht gern statt der Schminke eine solche Maske geben, die sein Minenspiel unsern Augen entzöge, und dafür seine Worte unsern Ohren zuführte!

Aber auch in dem Gebäude selbst suchte man Einrichtungen zu treffen, um den Schall so viel wie möglich zu verstärken, und dies waren die anfangs genannten Schallgefäße (echea), wovon Vitruv im 5. Capitel des 5. Buchs Nachricht giebt.

Die-

Dieser Nachricht zufolge waren es eherne kesselförmige oder glockenförmige Gefäße von verschiedener Größe, folglich auch von verschiedenem Tone, welche in Zellen zwischen den Sitzen der Zuschauer aufgestellt waren, und zwar so, daß ihre Oeffnung nach unten gekehrt, und der vordere dem Theater zugekehrte Theil des Randes durch einen etwa einen halben Fuß hohen Keil unterstützt war; folglich die Gefäße ihre Oeffnung schief unterwärts dem Theater zukehrten, übrigens aber die Wand nirgends berührten *). Der Erfolg davon sollte seyn, daß die vom Theater herkommende Stimme in diesen verschiedenen Gefäßen eins oder einige fände, welche denselben Ton ansprächen, und durch ihr Mitklingen die Stimme verstärkten.

So

*) Ita ex his indagationibus, mathematicis rationibus fiunt vasa aerea pro ratione magnitudinis theatri, eaque ita fabricentur, ut cum tanguntur, sonitum facere possint inter se, diatesseron diapente, ex ordine ad disdiapason. Postea inter sedes theatri constitutis cellis, ratione musica ibi collocentur, ita ut nullam parietem tangant, circaque habeant locum vacuum et a summo capite spatium; ponenturque inversa, et habeant in parte, quae spectat ad scenam, suppositos cuneos, ne minus altos semipede: contraque eas cellas relinquantur aperturae inferiorum graduum cubilibus, longae pedes duos, altae semipedem etc.

Vitruv. V. 5.

So sagt Vitruv ausdrücklich *). Kircher fügt so viel ich sehe, bloß ex ingenio — noch einen andern Gebrauch hinzu, den man (wie er glaubt) in den Theatern von diesen Gefäßen gemacht habe, nämlich man habe, meint er, durch verborgene Stricke Hämmer oder Klöppel in Bewegung setzen und an die Gefäße schlagen lassen können. Dies sey vor Erscheinung der Schauspieler auf dem Theater und in den Zwischenakten geschehen, um die Zuhörer zu vergnügen, und auf die folgende Handlung aufmerksamer zu machen. Ein solches harmonisches Tönen hätte um desto mehr Verwunderung erregen müssen, da die Maschinerie dazu vor den Zuschauern versteckt gewesen sey **). Ja der gute Kircher ist in

*) Ita hac ratiocinatione vox ab scena, uti ab centro profusa se circumagens tactaque feriens singulorum vasorum cava, excitaverit auctam claritatem et concentu convenientem sibi consonantiam. Vitruv. V, 5.

**) Alter usus fuisse potuit in praeludiis aut intermediis. Nam ut auditores excitarent et expectationem rerum secuturarum augerent, antequam personae theatrum ingrederentur, Echaea sonita fuisse. Sed sonare non poterant nisi filis ferreis, malleis suis instructis, per omnes cellas deductis. Hoc enim filo per omnes cellas singulari industria traducto, unusquispiam huic negotio specialiter deputatus, omnia vasa in harmoniam perfectissimam incitavit. Quae vasa in cellis vehementem sonitum excitabant longe lateque percepti-

in diese Vorstellung so verliebt, daß er in den vorhin angeführten Worten Vitruvs, — excitaverit auctam claritatem etc. — sogar den Beweis findet, daß dies der Hauptgebrauch der Schallgefäße gewesen sey *).

Daß Vitruv nirgends von Fäden und Hämmern eine Sylbe verlauten läßt, macht ihn gar nicht irre; dies komme, meint er, nur daher, weil Vitruv selbst kein Theater mit Schallgefäßen gesehen habe *).

Vitruv bemerkt, daß zwar in Rom solche Theater mit Schallgefäßen erbaut wären; allein

M 2 man

ptibilem, et tanto majoris admirationis, quanto machinatio masurgica erat occultior.

*) Atque hunc usum fuisse praecipuum Vitruvius insinuat his verbis: excitaverit auctam claritatem et concentu convenientem sibi consonantiam. — Wie ist es möglich, die Stelle Vitruvs so aus dem Zusammenhange zu reißen und mißzudeuten, einer Geburt seiner Phantasie zu Liebe? Vitruv sagt ausdrücklich: vox ab scena uti ab centro profusa etc.

**) Quod vero Vitruvius de dictis funiculis et malleolis nihil aperte dicat, hoc ideo factum est, quod simile theatrum ipse nunquam viderit, sed a Graecis relatione tantum acceperit.

Die ganze Kirchersche Erklärung dieser Stelle Vitruvs ist ein Beweis, was man alles in einen Schriftsteller hinein interpretiren kann, wenn man Lust hat.

man könne deswegen nicht sagen, daß man überhaupt bei den Theatern, deren jährlich mehrere erbaut wären, auf Resonanz keine Rücksicht genommen habe; denn die öffentlichen Theater hätten viel Holzwerk und Vertäfelungen, welche nothwendig resoniren müßten. Die Sänger wüßten auch dergleichen gut zu benutzen, indem sie sich, beim Singen gewisser Töne, nach gewissen Seiten des Theaters hinkehrten. Auch hätten mehrere Architecten, welche in kleineren Städten Theater erbaueten, statt eherner Gefäße töpferne zu eben dem Zweck angewendet.

Immer ist es Schade, daß Vitruv, wie man aus seiner Beschreibung freilich wohl merkt, nicht aus eigner Ansicht von den Schallgefäßen sprechen konnte. Es bleibt manches dunkel darin, wie musikalisch gelehrt seine Beschreibung auch aussieht.

46.

Theater in akustischer Hinsicht.

Die Schallgefäße sind ganz und gar außer Gebrauch gekommen, und wenn man gleich den Schall in Theatern nicht durch wollene Tapeten u. dgl. absichtlich dämpfen wird, so ist doch gegentheils eine starke Resonanz auch nicht das, was man

man absichtlich erregen will. Desto wichtiger aber ist es, die Form des Gebäudes so einzurichten, daß der Schall vom Theater nach den entferntesten Sitzen ungehindert hinkomme, und daselbst stark genug gehört werde.

Dazu nun giebt gar nicht etwa, wie Einige scheinen irriger Weise geglaubt zu haben, eine Reflexion des Schalles von den Sitzen nach der Scene, sondern vielmehr umgekehrt von der Scene nach den Sitzen hin, ein Mittel an die Hand. Nur ist bei unsern Decorationen eine solche Reflexion immer nur sehr unvollkommen, daher es auch wirklich wenige Theater giebt, wo die Worte des Schauspielers nicht häufig erstickt würden, wenn er nicht ein sehr gutes Organ und die Geschicklichkeit hat, sich immer die vortheilhafteste Stellung zu geben. Wären die Gardinen und Soffeten und Coulissen nicht, so könnte man die Decke über der Scene wölben, so daß sie ein gegen die Sitze der Zuschauer sich erweiterndes Tonnengewölbe oder auch eine Halbkuppel bildete; die Seitenwände könnten ebenfalls gegen die Sitze zu sich erweitern, und hinter der Scene könnte eine concave oder nischenförmige Wand aufgeführt werden. Bei dieser Construction hätte man gewiß den Vortheil einer sehr starken Schallverbreitung gegen die Sitze hin. Es versteht sich, daß Wände und Wölbung nicht rauh oder weich bekleidet seyn würden. Aber unsere Theater lassen diese Bauart nicht zu, oder, wenn auch der

Archi-

Architect auf diese Art die Anordnung machte, so wird doch der Decorateur sie wieder verderben müssen. Eine Menge Gardinen hinter einander aus Leinewand: eine Menge Coulissen aus eben der weichen Masse; oben ein nothwendig leerer Raum bis unter das Dach, um die Gardinen in die Höhe zu ziehen. Dies alles legt dem akustischen Bau der Bühne selbst unvermeidliche Hindernisse in den Weg.

Sehen wir ferner auf die Sitze der Zuschauer, so finden wir da eine Menge Vorsprünge, Absätze und Winkel, welche den Schall nothwendig auffangen, undeutlich reflectiren und folglich undeutlich zu den Ohren der entfernteren Zuhörer gelangen lassen. Auch dies läßt sich nicht ganz vermeiden. Die Sitze müssen sich amphitheatralisch stufenweise hinter einander erheben, und unsern Forderungen nach, soll einmal das Theater Logen haben, wo die vornehmere Welt mehr nach ihrer Bequemlichkeit sitzen, plaudern, schlafen und ein- und ausgehen kann. Die Seitenlogen scheinen hier am schädlichsten zu seyn. Wenn man diese vermeidet und statt deren glatte Wände läßt, sodann auch die Logen nicht durch ganz hinaufgehende Scheidewände von einander absondert, so wird man schon viel mehr Wirkung des Schalles erlangen.

Man hat bei dem Bau mancher neueren Theater auf diese Ideen auch vorzüglich Rücksicht genom-

nommen, und die Seitenlogen nicht nur weggelassen, sondern auch die wirklich vorhandenen Logen nur durch etwa 3 Fuß hohe Lehnen von einander gesondert, welches gewiß besser ist, als wenn jede eine ganz isolirte Zelle ist. Die Sitze des Parterrs hat man nicht selten halbkreisförmig angelegt. Ich weiß aber nicht, ob diese Form für unsere heutigen Theater recht passend ist. Der Zuschauer sitzt dann natürlich so, daß er gerade vor sich auf den Mittelpunkt dieses Halbkreises hinsieht. Aber gerade in diesem Mittelpunkte ist nichts für ihn zu sehen, denn das, was er eigentlich sehen will und soll — das Theater, und namentlich die Mitte der Bühne, oder die Gegend, wo die meiste Handlung vorgeht, d. h. die Gegend gleich hinter dem Soufleurloche, diese liegt weit außerhalb dieses Mittelpunkts in dem jenseitigen Halbkreis. Die Zuschauer, die in der Mittellinie des Gebäudes, oder nicht weit davon seitwärts sitzen, sehen also zwar nach dem Theater hin, aber die weiter seitwärts sitzenden müssen den Kopf drehen, um hinsehen zu können.

Meines Erachtens müßte man also die Sitze nicht halbkreisförmig, sondern nur in Form eines viel flacheren Bogens von weniger Graden und größerm Halbmesser anlegen. Nämlich der Mittelpunkt, aus welchem die concentrischen Bogen für die Sitze beschrieben würden, müßte auf der Bühne hinter dem Soufleurloche genommen wer-

werden, weil da gewöhnlich die Haupthandlung vorgeht und der Hauptdialog geführt wird.

Unter den neueren Theatern giebt es verschiedene, die auch in akustischer Hinsicht vorzüglich gut gelungen sind. Daß manche hingegen in dieser wichtigen Hinsicht mißlungen sind, rührt ohne Zweifel daher, weil mancher übrigens guter Architekt von der Verbreitung des Schalles keine richtigen Begriffe hat, oder weil er von den Regeln der architektonischen Schönheit nichts aufopfern will, auch wenn sie mit den Regeln der Akustik im offenbaren Widerspruch sind. Eine Menge von Säulen, vorspringenden Pfeilern, Verkröpfungen u. dergl. verträgt sich mit der ungehinderten Fortpflanzung des Schalles durchaus nicht.

47.

Theater zu Parma und zu Taermina.

Das Theater, welches in akustischer Hinsicht unter den neuern am meisten Ruf hat, ist das in Parma; worin man, ungeachtet der beträchtlichen Größe, auf den entferntesten Plätzen auch leise Reden der Schauspieler deutlich hört. Es ist ein Werk des berühmten Baumeisters Vignola, und eben so schön in architektonischer als merk-

merkwürdig in akustischer Hinsicht. Es ist eins der größten Theater; man rechnet, daß über sechstausend Menschen darin Platz haben. Die Länge des Gebäudes beträgt hundertundneunzig Ellen, die Breite funfzig, die inwendige Höhe fünfundzwanzig. Das Theater selbst ist sechszig Ellen tief und vorn achtzehn Ellen weit, welches gegen die Tiefe ziemlich wenig zu seyn scheint. Man behauptet, daß dies der Fortpflanzung des Schalles günstig sey. Der vordere Theil desselben, das Proscenium, ist mit großen corinthischen Säulen verziert, welche so hoch sind wie der Saal selbst. Rings um den Saal gehen zwölf hinter einander erhöhete Reihen von Sitzen, hinter welchen sich eine gedoppelte Säulenordnung erhebt, die sechsunddreißig Fuß Höhe hat, und wovon die untere dorisch, die obere jonisch ist. In den Säulenweiten sind die Logen angebracht, und das Gebälke trägt eine mit Statuen verzierte Galerie. Das Parterre ist sechszig Ellen lang und siebenundzwanzig Ellen breit. Man kann es drei bis vier Fuß tief unter Wasser setzen, um die Naumachien (d. h. Vorstellungen von Seegefechten) der Alten darin nachzuahmen, welches jedoch immer ins Kleinliche fallen muß, weil dazu ein solches Gebäude, so groß es übrigens auch seyn mag, immer nicht hinlänglichen Platz enthalten kann. Ein Paar kleine Boote können höchstens einige Wendungen darin machen. Die Decke ist nicht gewölbt, sondern eben. So groß

nun

nun auch dieses Theater ist, so pflanzt sich doch der Schall mit einer bewundernswürdigen Leichtigkeit darin fort. Wenn ein Paar Personen ganz hinten auf dem Theater leise mit einander reden, so versteht man sie vernehmlich, man mag im Parterre oder in den entferntesten Logen stehen, daher es den Sängern wenig Mühe kostet, das Theater zu füllen. Wenn der Baumeister diese Wirkung durch eine nach gewissen Regeln gemachte Anlage zu Wege gebracht hätte, so wäre dies Gebäude allerdings als ein Meisterstück in der Art zu betrachten. Allein vermuthlich ist das Außerordentliche in dieser Sache mehr einem Zufalle zuzuschreiben. Wenigstens hat sich der Baumeister Vigarani, welchen Ludwig der Vierzehnte nach Parma schickte, um die Ursache zu untersuchen, und wo möglich dieselbe Wirkung bei einem neuen Theater zu Paris anzubringen, vergebens bemüht. Es ist Schade, daß dies Theater nicht mehr benutzt und so manches daran schadhaft wird. Die Kosten der Beleuchtung sollen sich zu hoch belaufen haben; überhaupt scheinen die Farnesischen Herzöge, oder der Baumeister Vignola das Gebäude zu groß für die Volksmenge angelegt zu haben. Im Jahr 1733 ist zum letztenmale darauf gespielt worden. Also das Theater, was am sprachfähigsten ist, bleibt zum Stillschweigen verdammt! — So geht's den Verdiensten.

Die obige Beschreibung von diesem merkwürdigen Theater ist größtentheils aus Volkmanns Nachrichten von Italien entlehnt. Ob Vignola nicht mit Absicht so gebaut habe, und ob die akustische Wirkung blos einem Zufalle zuzuschreiben sey, möchte doch wohl nicht so geradezu entschieden seyn. Der mißlungene Versuch unter Ludwig XIV. sollte nicht abschrekken, dies Gebäude ferner zu untersuchen, es müßte aber ein Baumeister es thun, der zugleich Akustik verstände.

Wir müssen hier noch eines alten, zum Theil erhaltenen Theaters erwähnen, welches in akustischer Hinsicht, nach den Berichten der Reisenden, nicht minder merkwürdig ist, als das eben beschriebene Werk des Vignola. Es ist das alte Theater zu Taormina (Taurominium) in Sicilien. Folgendes sind die Nachrichten, welche uns zwei der berühmtesten neueren Reisenden, Brydone und Bartels, davon mittheilen.

»Einige noch vorhandene Ueberbleibsel — (so erzählt Brydone, dessen Glaubwürdigkeit hier nicht angefochten zu werden braucht) des ehemaligen Taurominium geben von der Pracht und Größe desselben eine hohe Vorstellung. Hierzu gehört vornehmlich das dem Untergange zum Theil entrissene Theater, welches, soviel ich weiß, für das größte in der Welt gehalten wird. Es hat sich noch gut genug erhalten, um uns eine ziemlich richtige Idee von dem römischen Thea-

ter

ter zu geben, und man muß über die Größe desselben in der That erstaunen. Wie irgend eine menschliche Stimme sich durch die ungeheure Menge von Zuschauern, die dieser Ort umfaßte, habe verbreiten können, ist mir unbegreiflich. Ich umschritt ungefähr den vierten Theil des Halbzirkels über den Sitzen, welche für das Frauenzimmer bestimmt waren, und welche noch nicht den äußersten Kreis bildeten, und dieses Viertel machte schon 120 Schritt aus. Daraus kann man auf den ungeheuren Umfang des Ganzen schließen. Die Sitze dieses Theaters sind gerade dem Berg Aetna gegenüber, welcher von hier aus gesehn ein prächtiges Ansehn hat, und wohl oft die Aufmerksamkeit der Leute von der Schaubühne abgezogen haben mag.«

»Die Wirkung des Schalles (berichtet Bartels) in diesem Theater ist außerordentlich. Ich hielt es anfangs für ausgemacht, daß es den Zuschauern auf den obersten Sitzreihen schwer fallen müßte, den Dialog von der Bühne herüber zu hören, aber ich irrte mich. Da ich mich nämlich an die Mauer des Theaters stellte, hörte ich die leisesten Worte meines Begleiters ganz genau — (vermuthlich stand doch der Begleiter auf der Bühne?) so daß ich hier nicht weniger über die Wirkung des Schalles zu erstaunen Ursache hatte als im Parmesanischen Theater, zu dem so viele Künstler hinreiseten, um die dabei zum Grunde liegenden Gesetze aufzufinden.«

So

So weit Brydone und Bartels. Schade, daß Beide über die Dimensionen und Bauart dieses Theaters nicht umständlicheren und genaueren Bericht ertheilen. Was sich aus Brydone's Angabe finden ließe, wäre ungefähr Folgendes: Wenn ein Viertel des Halbkreises 120 Schritt war, so war der Halbkreis 480 Schritt. Da nun der Halbkreis sich zum Halbmesser verhält wie 10000 zu 3183, so würde der Halbmesser über 150 Schritte, oder (den Schritt nur zu 2 Fuß gerechnet) 300 Fuß wenigstens betragen. Aber es verlohnt sich kaum der Mühe, über eine so obenhin angegebene Zahl, wie Brydone's 120 Schritte, eine Rechnung anzustellen.

48.

Fortleitung des Schalles durch Röhren.

Unter den vielen Ungereimtheiten, welche man in Sammlungen von allerlei Kunststücken zuweilen gedruckt findet, ist eine der abgeschmacktesten folgendes Kunststück: Eine menschliche Stimme und Wort in ein Rohr zu verbergen, und zu seiner Zeit wieder herauszulassen. So steht es ipsissimis verbis z. B. in Schwenlers Deliciis mathematico-physicis. Doch zur Ehre Schwenlers

muß

muß ich bemerken, daß er selbst gegen die Posse etwas ungläubig zu seyn scheint. Er kleidet die Auflösung historisch ein. So die Röhren an einem Ende wohl verstopft und sonsten wohl verwahrt, daß keine Luft heraus kann und man auf der offenen Seite ein Wort stark hineinschreiet, und in einem Augenblick gar verstopft, sagen sie, die Stimme sey also eingeschlossen, daß, wenn man das Ende der Röhren öffnet, man solche vernehmen könne. Ich will (fügt der ehrliche Schwenler hinzu) meine Vernunft gefangen nehmen, und die Leser an Gustavi Seleni Cryptographia Fol. 16, 17, und Johannis Walchii Dec. 9. Fab. pag. 223 gewiesen haben, da sie mehr davon lesen können, und was sie davon halten, vernehmen.

Kircher hat es der Mühe werth gehalten, diese Albernheit in einem eigenen Kapitel zu widerlegen. (Phonurg. L. 1. S. 3. C. 3. quaestio curiosa, utrum vox canalibus arcte inclusa ibidem aliquo temporis spatio permaneat.) Seiner Erzählung nach gehören Joh. Baptista Porta, Cornelius Agrippa, Wecherus, Alexius und andere zum Theil nicht unberühmte Männer zu denen, welche thöricht und abergläubisch genug waren, das Einschließen der gesprochenen Worte für möglich, für nützlich, für entschieden zu halten. Kircher selbst ist aber weit davon entfernt, und behauptet, man könne eher Wasser in einem Sieb halten, als eine Stimme

me in einen Kanal einsperren *). Seinen schulgerechten Beweis, den er zu führen der Mühe werth hält, hätte ihm wohl jeder Vernünftige gern geschenkt. Die Sache verdient nur zum Lachen einen Platz neben Münchhausens Mährchen von dem Posthorn, welches hinter dem Ofen aufthaute.

*) Ita fit, dum magistra rerum experientia inconsulta, cujuslibet phantasticis mentis agitationibus temere et praecipitanter subscribimus, hoc pacto intolerabiles errores in cathedris succenturiati propagantur: si prius hujus rei experimentum sumsissent, aut naturam soni probe habuissent perspectam, in tam turpe placitum nunquam incidissent. Dico igitur, aquam citius cribro haustum iri, quam vox canalibus includatur.

Phonurg. l. c.

Die Idee, Worte einzusperren, hat in manchen Köpfen gespukt wie die vom Perpetuum mobile. So erzählt unter andern auch der Doctor Joh. Joach. Becher in seinem Buche: Närrische Weisheit und weise Narrheit No. 18. Folgendes: „Ebenbesagter Gründler (Opticus in Nürnberg) hat ein Concept vor, etliche Wort als ein Echo durch eine Spirallinie in eine Flasche zu verschließen, daß man sie wohl eine Stunde weit über Land tragen könne, und wenn sie eröffnet, die Worte erst gehöret werden. Ob er aber dieses Concept zum Effekt gebracht, ist mir unwissend. Das Concept aber scheinet so unmöglich und närrisch, als durch eine Trompete die Worte blasen, wie durch das englische Stentrophonicon, und dennoch hat solches gut gethan, denn es dient nichts unversucht, zumalen wenn es einiger Gestalt raison hat.“

thaute, und die Töne von selbst von sich gab, die darin eingefroren waren.

Zum Einschließen des Schalles können uns also die Röhren nichts helfen, aber desto besser zum Fortleiten, und dadurch lassen sich Erfolge hervorbringen, die überraschend und täuschend genug sind, und womit herumreisende Tausendkünstler das leichtgläubige Volk in Contribution setzen.

Die Pseudo-Sprachmaschinen, Cicero's-Köpfe, wahrsagende Türken, oder wie die Figuren sonst von ihren Führern genannt werden, bestehen aus einer solchen Leitung des Schalles durch Röhren, die aus einem Nebenzimmer durch die Wand oder unter dem Fußboden durch bis zum Munde der Wunderfigur geführt sind.

Vor einiger Zeit war eine Figur dieser Art hier, wo die Täuschung sehr gelungen war. Wenn nämlich die Figur an einem Orte, dicht an der Wand oder auf einem Tische ꝛc. unbeweglich steht, so geräth man bald auf den Gedanken, daß sie durch Röhren in Verbindung mit dem Nebenzimmer stehe; aber was soll man davon denken, wenn die Figur frei auf einem gewöhnlichen Stuhl sitzt, der durchaus mit keiner Wand in Berührung ist, und von einer Stelle zur andern gesetzt wird, und dennoch die Figur auf die vorgelegten Fragen laut oder leise antwortet, wie es verlangt wird? Der Unwissende muß es offenbar für mehr als natürlich halten, und selbst der Gebildete

bildete, weiß sich wenigstens nicht sogleich zu erklären, wie hier eine Verbindung durch Röhren möglich sey.

Bey der sprechenden Figur, deren ich eben erwähnte, war diese Täuschung, wie gesagt, auffallend. Der Besitzer derselben machte sich zwar die Neugierde des Publicums zu Nutze, was ihm Keiner verdenken konnte; übrigens aber machte er kein Geheimniß daraus, daß die Figur durch Röhren spräche. Wie aber? das hätte ich schwerlich gefunden, wenn er nicht selbst so offen gegen mich gewesen wäre, es mir vor seiner Abreise zu zeigen. Es waren zwei Stellen auf dem Fußboden jede durch einen eingeschlagenen Nagel bemerkt, wo in die Dielen von unten herauf ein Loch eingearbeitet war, welches jedoch nicht ganz durchgieng, sondern oben eine ganz dünne Decke von Holz stehen ließ. Diese dünne Holzdecke war bloß mit feinen Nadelstichen durchlöchert, die man nur bei genauer, naher Betrachtung gewahr werden konnte, so daß die Dielen oben ganz unversehrt aussahen. Zwei blecherne Röhren giengen von diesen beiden Stellen unter dem Fußboden durch in das anstoßende Zimmer, wo sich jede in ein Sprachrohrmundstück endigte. Der eine Fuß des Stuhls verbarg ebenfalls eine Röhre, welche weiter durch den Rücken der Figur bis zu deren Munde gieng. Wurde nun dieser Fuß des Stuhls genau auf jene fein durchlöcherten Stellen des Fußbodens gesteüt, so war

 die

die Communication zwischen dem Munde der sprechenden Person im Nebenzimmer und dem Munde der Figur ununterbrochen, und die Antworten kamen so vernehmlich und deutlich aus dem letztern, daß man darauf hätte wetten sollen, das sprechende Wesen sey im Innern der Figur selbst.

49.

Sprachrohr.

Sprachröhre gehören zu den Erfindungen der neuern Zeit, in Rücksicht deren man sich wundern möchte, daß sie nicht früher gemacht wurden. Wie lange waren nicht Trompeten, Posaunen und andere dergleichen Instrumente bekannt, welche weit in die Ferne ihren Ton hören lassen! Wie klein scheint nicht der Schritt von diesen unartikulirten Tönen zu den artikulirten! Wie leicht war es nicht, darauf zu verfallen, auch die Menschenstimme durch ein sich erweiterndes Rohr gehen zu lassen, und so in die Ferne zu sprechen! Gleichwohl weiß man aus dem Alterthume nichts mit Gewißheit von einem Werkzeuge dieser Art beizubringen.

Kircher erzählt uns in seiner Phonurgie zwar aus einem alten Buche, welches er auf der Vatikanischen Bibliothek entdeckte, von einem Horne

Ale-

Alexanders des Großen, womit dieser Eroberer seine Truppen aus einer Entfernung von 100 Stadien (über zwey deutsche Meilen) habe zusammenberufen können. Das Buch war im Manuscript, welches den Titel führte: Secreta Aristotelis ad Alexandrum Magnum *). Die beigefügte Figur hat Kircher uns mitgetheilt; sie stellt ein ringförmiges Horn vor, welches sich vom Mundstück ab erweitert, und diesem gegenüber ein kurzes Schallstück hat.

Ueber dieses alte Horn ist man nicht einig, wie es gebraucht worden sey, ob als Blasinstrument als eine Art von Trompete, oder ob als Sprachrohr. Die Nachricht aus dem alten Manuscript bestimmt nichts darüber: denn eine Armee zusammenrufen, kann auch von einem Blasinstrumente verstanden werden, es braucht nicht eben durch Worte geschehen zu seyn. Die Figur dieses Horns ist, wie gesagt, ringförmig, folglich ganz abweichend von der unserer heutigen Sprachröhre; indessen haben Versuche, welche von einem Franzosen, Namens d'Alance, und von dem Prof. Huth angestellt sind, gezeigt, daß allerdings auch ein Horn oder Rohr von dieser Gestalt als Sprachrohr gebraucht werden könne.

N 2 Ueber

*) Das Buch ist wahrscheinlich ursprünglich arabisch, und rührt nicht vom Aristoteles her. Es wurde aus dem Arabischen ins Lateinische übersetzt, und zu Bologna 1516 gedruckt.

Ueber das historische Factum wird freilich dadurch nichts entschieden.

Mit Gewißheit also können wir in der Geschichte der Sprachröhre nichts vor 1670 auffinden. In diesem Jahre war es, wo der Ritter Samuel Morland zuerst im Beiseyn des Königs Carls 2. und des Prinzen Robert versuchte, durch ein Rohr in die Entfernung zu sprechen, und da dies sehr gut gelang, so wurde der Versuch bald nachgemacht, und wenige Erfindungen haben sich so schnell verbreitet, wie diese. Die ersten Sprachröhre des Ritters Morland waren von Glas und von Kupfer.

Die Form des Sprachrohrs ist gewöhnlich kegelförmig, mit einem sich erweiternden Schallstück und einem für das Anbringen des Mundes bequemen Mundstück. Was das Schallstück betrifft, so scheint es nicht nothwendig, dasselbe sich trompetenförmig erweitern zu lassen; vielmehr möchte man es für nachtheilig erklären. Denn der Zweck des Sprachrohrs ist, den Schall ungeschwächt auf eine große Weite fortzupflanzen; diese Dienste wird es aber ohne Zweifel um desto besser thun, je mehr es die Schallstralen einander parallel fortschickt, und dazu ist die bloße kegelförmige Gestalt schicklich und hinreichend. Die trompetenförmige Erweiterung der Schallstücke hingegen ist diesem Zwecke nicht angemessen, weil sie den Schall nach andern Richtungen hin zerstreut. Bey Blasinstrumenten, als Waldhörnern,

nern, Trompeten und dergl. ist dies zweckmäßig, aber nicht beym Sprachrohre.

Nach der oben bemerkten Eigenschaft der parabolischen Krümmung, daß nämlich Stralen, die vom Brennpunkte der Parabel aus gehen, mit der Axe parallel zurückgeworfen werden, könnte man auch den Sprachröhren eine parabolische Form geben, so daß der Mund des Hineinsprechenden in dem Brennpunkte wäre; indessen wird man mit einem bloß gerade-kegelförmigen ziemlich denselben Zweck erreichen, da doch der Mund des Redenden kein Punkt ist, folglich die Theorie der Zurückwerfung von der parabolischen Wand des Rohrs immer nur eine sehr unvollkommene Anwendung gestatten.

Die Theorie des Sprachrohrs würde uns hier etwas zu weit führen, wenn wir dieselbe befriedigend aus einander setzen wollten. Unsere jungen Leser, die künftig einmal weiter in das Gebiet der mathematischen Physik eindringen, können darüber in dem Aufsatze eines Lambert sich weiter belehren. Dieser trefliche Mathematiker berechnete unter andern zum Beispiel: wenn die Stimme eines Menschen auf 400 Fuß weit bey einer gewissen mäßigen Anstrengung in freyer Luft hörbar ist, wie ein Sprachrohr beschaffen seyn müßte, um eben diese Stimme auf 10000 Fuß, das ist ungefähr eine halbe Meile weit, eben so hörbar zu machen. Er findet, daß, wenn die Wände eines solchen Sprachrohrs unter einem Winkel

von $6\frac{1}{2}$ Grad gegen einander geneigt sind, die Länge des Rohrs $18\frac{1}{2}$ Fuß betragen müßte. Für eine Weite von 5000 Fuß würde die Länge etwa $4\frac{3}{4}$ Fuß seyn müssen.

50.
Hörrohr.

Hörröhre sind älter, als Sprachröhre. Joh. Baptista Porta in seiner magia naturalis, welche 1560 herauskam, hat ein eigenes Capitel davon (Lib. 20. cap. 5.), worin er von der Bemerkung ausgeht, daß alle Thiere mit langen Ohren, als Hasen, Hirsche u. s. w. ein besonders scharfes Gehör hätten. Die Form des Hörrohrs bestimmt es schneckenförmig gewunden, und nach außen in eine weite Oeffnung ausgehend. Kircher beschreibt ebenfalls dergleichen Vorrichtungen, die im Grunde Hörröhre sind. Er hatte sich in seiner Wohnung in Rom ein 21 Palmen langes trichterförmiges blechernes Rohr zugerichtet, dessen weite Oeffnung gegen den Hof hinunter gekehrt war, die engere Oeffnung aber in seinem Zimmer. Vermittelst dieses Rohrs konnte der Thürhüter ihn, ohne laut zu rufen, von diesem oder jenem benachrichtigen, ihn fragen, und seine Antworten zurück erhalten. Man

könnte

könnte dies freilich für Hörrohr und zugleich für Sprachrohr erklären; auch will Kircher selbst sich gern die Erfindung des Sprachrohrs zueignen; allein Wörter auf große Entfernungen vernehmlich zu machen, scheint doch nicht bei seinen Röhren bezweckt und bewirkt worden zu seyn.

Das Hörrohr, so wie es jetzt von Personen gebraucht wird, welche schwer hören, ist ein etwas gekrümmtes, nach außen sich erweiterndes Rohr, welches mit seiner engen Oeffnung in den äußern Gehörgang gebracht wird, dessen weite Oeffnung aber dem Schall entgegengekehrt wird, damit dieser durch Reflexion von den Wänden des Rohrs concentrirt werde, und stärker auf das Trommelfell wirke. Die Größe ist so, daß das Werkzeug bequem mit einer Hand in das Ohr gehalten werden, und daß man es in der Tasche bei sich führen kann. Man kann schon mit einem gewöhnlichen Trichter sich von der Verstärkung des Schalles durch eine solche Vorrichtung überzeugen.

Man hat außer dem eigentlichen Hörrohre auch andere Vorrichtungen erdacht, um harthörigen Personen zu Hülfe zu kommen, z. B. einen Bügel von Blech über dem Kopf von einem Ohre zum andern, welcher bey geringerem Grade des Gehörfehlers schon ganz gute Dienste thut, indem mehr Schallstralen dadurch aufgefangen und in das Ohr reflectirt werden.

Schon

Schon die hohle Hand hinter das Ohr gehalten, verstärkt den Schall merklich. Den Thieren dienen ihre aufgerichteten Ohren, die sie willkührlich aufrichten und vor- und seitwärts wenden können, unstreitig zum Scharfhören.

51.

Klang.

Wenn irgend ein Körper in Schwingungen versetzt wird, welche Schnelligkeit und Stärke genug haben, auf unser Gehörorgan zu wirken, so hören wir einen Schall. Schwingungen sind immer dazu die nothwendige Bedingung, aber zu langsame sind kein Gegenstand für das Gehör, sondern für das Gesicht. So lange wir noch die einzelnen Schwingungen sehen und zählen können, so hören wir sie noch nicht, und wenn sie anfangen hörbar zu werden, so werden sie für das Auge schon zu schnell, um zählbar zu seyn.

Sind die Schwingungen gleichartig und gleichzeitig, so machen sie eine angenehme Empfindung, und wir nennen das, was wir dann hören, einen Klang; sind hingegen die Schwingungen ungleichartig und ungleichzeitig, so hören wir etwas, was an sich nicht angenehm ist, sondern oft sehr unangenehm seyn kann, ein Geräusch.

räusch. Eine angeschlagene Glocke giebt einen Klang, ein Schlag auf den Tisch ein Geräusch.

Wenn zum Schall überhaupt schon Elasticität minder oder mehr nothwendig ist, so gilt dieses um so viel mehr bei den regelmäßigen Schwingungen, welche einen Klang bewirken sollen. Klingende Körper sind daher immer elastische, sie mögen fest oder flüssig seyn; z. B. Metalle, trockenes Holz, Glas, gespannte Saiten, Luft.

Zu einem reinen und angenehmen Klange ist übrigens nicht bloß Elasticität überhaupt, sondern eine gleichförmige Elasticität der ganzen Masse des Körpers nothwendig. Eine Saite zum Beyspiel kann im Ganzen genommen elastisch seyn, und doch einen widrigen unreinen Klang geben, wenn sie angeschlagen oder angestrichen wird. Dies ist der Fall, wenn sie irgendwo einen Knoten hat oder zerfasert, oder durch öfteres Streichen herabgespielt ist, daß sie scharfe Knoten erhalten hat, wie dies bey Darmsaiten auf Violinen und ähnlichen Instrumenten Statt findet.

Die Betrachtung der Schwingungen klingender Körper ist sehr unterhaltend, besonders seitdem der Doctor Chladni diesen Theil der Akustik mit seinen interessanten Versuchen und Entdeckungen bereichert hat. Die Schwingungen der klingenden Körper können auf mannichfaltige Art verschieden seyn. Sie werden modificirt theils durch die Masse und Gestalt des schwingenden Kör-

Körpers selbst, theils durch die Beschaffenheit des Körpers, womit jener klingende durch Anschlagen oder Anstreichen in Schwingung versetzt wird, theils durch die Stelle, wo er gehalten und angeschlagen oder angestrichen wird, und wenn von Luft die Rede ist, durch die Art des Anblasens u. dergl.

Wir wollen zuerst die Schwingungen solcher festen Körper betrachten, die gegen ihre Länge eine unbeträchtliche Breite haben, und die wir daher linienförmig oder fadenförmig ausgedehnte Körper nennen können, dergleichen sind Stäbe und Saiten. Die Schwingungen dieser Körper können in Ansehung ihrer Richtung entweder transversal, oder drehend, oder longitudinal seyn. Transversale Schwingungen sind solche, wobei der Stab oder die Saite in einer Ebne hin und her schwingt. Drehende sind diejenigen, wobey der Körper sich im Kreise herum bewegt. Bei beiden Arten versteht es sich übrigens, daß ein oder zwei Punkte, wo der Stab oder die Saite befestigt ist, unbeweglich bleiben. Längenschwingungen oder longitudinale sind endlich solche, wo der ganze Körper oder Theile desselben sich nach der Richtung seiner Länge abwechselnd ausdehnen und zusammenziehen.

Alle drei Arten von Schwingungen können entweder so vollführt werden, daß der ganze Stab, die ganze Saite mit Ausnahme der festen

Punkte

Punkte eine und ebendieselbe Schwingung macht; oder so, daß der Körper sich dabei in Abtheilungen theilt, welche jede für sich schwingt, und zwar so, daß immer zwei solche an einander gränzende Theile nach entgegengesetzten Richtungen schwingen. In diesem Falle bleiben die Stellen, wo je zwei benachbarte Abtheilungen an einander gränzen, in Ruhe, und nehmen an diesen particulären Schwingungen keinen Antheil. Man nennt diese Stellen die Schwingungsknoten. Wenn man bei einer langen Saite, die in diese Art von Schwingung versetzt ist, auf diese Stellen ein Stückchen Papier legt, oder sie daselbst mit einem Federkiel oder dergl. berührt, so wird dadurch die Schwingung nicht gehindert.

Solche Körper, welche in die Länge und Breite ausgedehnt sind, Membranen und Scheiben können keine drehenden Schwingungen machen. Longitudinale Schwingungen nach der Richtung ihrer Länge oder Breite können wohl bei ihnen ebenfalls Statt finden; vorzüglich aber sind es die transversalen Schwingungen, welche bei ihnen eine sehr interessante Betrachtung gewähren, das heißt, solche Schwingungen, wo die Membrane oder Scheibe nach Richtungen schwingt, welche auf ihre Fläche senkrecht sind. Auch hier können diese Körper entweder im Ganzen, oder in Abtheilungen schwingen, die durch Knotenlinien von einander abgesondert sind.

Diese Schwingungen, (so wie die Longitudinalschwingungen der Stäbe) sind ein neues Feld für die Akustik, welches der Doctor Chladni zuerst eröffnet und bearbeitet hat. Die hierher gehörigen Versuche sind so angenehm und so lehrreich, und (was nicht immer bei physikalischen Versuchen der Fall ist) so wenig schwierig und kostspielig, daß wir unsern jungen Lesern Einiges davon mittheilen müssen. Es braucht nichts weiter als einige Glasscheiben von bestimmter Figur, einen gut mit Colophonium bestrichenen Violinbogen, und etwas trokkenen Sand, um diese artigen Versuche nachzumachen.

52.

Klangfiguren.

Wenn man eine dünne Scheibe von Glas oder Metall, zum Beispiel eine gewöhnliche Fensterscheibe, zwischen den Spitzen des Daumens und eines Fingers der linken Hand faßt, so daß die Scheibe horizontal ist, und der Rand der Scheibe nicht an die Hand anstößt, und man nun mit einem Violinbogen nicht weit von der Stelle, wo man anfaßt, am Rande einen etwas scharfen Strich hinaufwärts oder

hinunterwärts vollführt, so erhält man, falls man beim Anfassen und Anstreichen die rechten Stellen getroffen hat, einen Ton, der höher oder tiefer ist, je nachdem man an dieser oder jener Stelle anfaßt und anstreicht. Streut man vorher auf die Scheibe trockenen Sand, so wird dieser in dem Augenblick, wo der Ton entsteht, von den schwingenden Stellen herabgeworfen, und sammelt sich in geraden oder auch gekrümmten Linien, welches nämlich die Knotenlinien sind, die bei Erzitterung der Theile der Scheibe in Ruhe bleiben. So lassen sich also die Knotenlinien einer schwingenden Fläche dem Auge sichtbar darstellen; und die Figuren, welche sie durch den auf ihnen angehäuften Sand bilden, nennen wir die Chladnischen Klangfiguren.

Dies ist die Erfahrung im Allgemeinen. Wir wollen nun noch einige besondere Bemerkungen für diejenigen unter unsern jungen Lesern, welche diese Versuche nachzumachen Lust haben, hinzufügen.

Die Scheiben können, wie schon erwähnt ist, gewöhnliche Fensterscheiben oder auch Metallplatten seyn. In Ansehung ihrer Größe ist zu bemerken, daß mit dünnen Scheiben die Versuche besser gelingen, als mit dicken. Sie müssen auch allenthalben, so viel möglich, gleichförmige Dicke haben. Ihre Länge und Breite ist zwar an sich willkührlich, doch wird man, so lange man noch nicht geübt

ist,

ist, lieber mit kleinen Scheiben von 4, 6, 8 Zoll Länge und Breite die Versuche machen. Größere geben zwar eine größere Mannichfaltigkeit von Tönen und Figuren, allein sie sind für den Anfänger beschwerlicher zu halten und anzustreichen. Was die Gestalt anlangt, so kann man dazu rechteckige, sowohl quadratförmige als länglich rectangelförmige, auch kreisförmige, polypenförmige, elliptische u. s. w. nehmen. Jede Art giebt andere Knotenlinien, andere Klangfiguren. Der Rand der Scheibe muß mit einer scharfen Feile etwas abgestumpft werden, weil sonst die scharfen Knoten des Glases die Haare des Bogens, womit man sie streicht, bald zernichten würden.

Der Bogen, welchen man dazu braucht, leidet freilich immer etwas dabei. Der Violinspieler wird also nicht gern seinen guten Violinbogen, sondern lieber einen alten schlechtern dazu nehmen. Die Haare können etwas stark seyn; schwarzes Pferdehaar ist gut dazu; auch muß der Bogen gut mit Colophonium bestrichen und nicht so schlaff gespannt seyn, wie Violinspieler (zumal jetzt nach Rode's Manier) ihn zu führen pflegen.

Der Sand, mit welchem man die Scheibe vorher bestreuet, muß fein und wohl getrocknet, und von andern Unreinigkeiten und großen Stükken gereinigt seyn. Man nimmt eine gewisse Menge davon auf ein Quartblatt Papier, hält

dieses

dieses in einiger Entfernung über der Scheibe, und läßt durch leises Schütteln den Sand aus der Höhe herab auf die Scheibe fallen, so daß er sich gleichförmig und nicht zu dicht über dieselbe verbreite.

Das Anfassen der Scheibe kann zwar auch vermittelst eines Schraubestocks, auch vermittelst einer Kneipzange geschehen, doch wird Jeder es eben so gut bei nicht gar zu großen Scheiben mit den Fingern, nämlich wie oben gesagt ist, mit den Spitzen des Daumens und des zweiten Fingers der linken Hand thun können. Eine zur Hervorbringung eines guten Tons schickliche Stelle des Anfassens zu finden, ist Sache der Uebung. Man kann jedoch, um nicht ganz blindlings und aufs Gerathewohl zu versuchen, Folgendes vorher überlegen. Die Stelle des Anfassens muß gerade in eine Knotenlinie fallen, die sich bei diesem oder jenen Tone bilden wird. Welche unter den mehreren Knotenlinien man zum Angreifen wählt, ist nun zwar an sich einerlei, indessen ist es für das Angreifen mit den Fingerspitzen mehrentheils nothwendig, eine von den äußersten am Rande der Scheibe zu nehmen. Hierbei bemerkt man nun bald, daß die Entfernung einer äußersten Knotenlinie vom Rande der Scheibe (ich rede hier von Rectangelscheiben) halb so groß ist, als die Entfernung zwischen zwei benachbarten Knotenlinien. Gesetzt also, man wollte drei einander parallele Knotenlinien

her-

hervorbringen, (wie Fig. 3 auf der hierhergehörigen Kupfertafel) so würde man die Platte auf $\frac{1}{6}$ ihrer Länge angreifen.

Das Anstreichen muß gegentheils nicht an einer Stelle geschehen, wo eine Knotenlinie hinkommen wird, sondern in der Mitte des Raums zwischen zwei benachbarten. Auch hier wäre es zwar an und für sich willkührlich, zwischen welche beiden Knotenlinien man den Strich führen wollte; allein für die Ausübung wird es meistens am rathsamsten und bequemsten seyn, den nächsten Zwischenraum bei dem Punkte, wo man die Scheibe angefaßt hat, zu wählen, weil die Scheibe da am wenigsten durch den Strich in Schwenkung geräth. Ob der Strich hinauf oder hinunterwärts geführt wird, ist ebenfalls an und für sich gleichgültig; doch gelingen mir die Klangfiguren meistens besser beim Aufstrich. Will ich hohe Töne, das heißt, viel Knotenlinien oder zusammengesetzte Klangfiguren hervorbringen, so nehme ich nur die Hälfte des Bogens, indem ich das Haar mit dem Daumen der rechten Hand in der Mitte etwas anspanne, um den Strich schärfer zu machen.

53.
Fortsetzung.

Ich füge noch ein Paar Bemerkungen hinzu, die dazu dienen können, den Anfängern diese Versuche desto besser gelingen zu machen.

Ich finde es besser, den Ton erst ohne aufgestreuten Sand aus der Scheibe zu ziehen, und wenn man nun einen guten Ton herausgebracht hat, sich die Stelle des Angreifens und Anstreichens zu merken, dann aber erst den Sand aufzustreuen und nun den Strich an derselben Stelle zu wiederholen. Denn auf diese Art kann man ziemlich sicher seyn, sogleich bei aufgestreutem Sande den Ton rein und scharf herauszubringen, weil man die Angriffs- und Anstrichsstellen schon vorläufig bestimmt hat; dagegen, wenn man den Sand vorher aufstreut und nun erst den Ton herauszubringen sucht, so erhält man auf den ersten Strich sehr oft einen unreinen Ton, wodurch der Sand unordentlich durch einander geworfen wird, und sich in regellosen Anhäufungen zusammensetzt, da man ihn denn erst wieder abwischen und das Experiment von vorne anfangen muß.

Hat sich eine Klangfigur gut gebildet, welches immer der Fall ist, wenn der Ton rein war, so kann man sie durch Wiederholung eines scharfen Strichs, noch etwas netter und schärfer begränzt herausbringen, indem der Sand dadurch

noch enger und in schmälere Knotenlinien zusammengedrängt wird.

Wenn man eine neue Klangfigur hervorbringen will, so muß man die vorher gebildete erst rein abwischen, welches mit der Fahne einer Feder geschehen kann. Man wird bemerken, daß sich der Sand in den Knotenlinien gleichsam an die Scheibe festhängt, so daß man ihn durch Abschütteln und Abklopfen nicht so leicht herunterbringt.

Jetzt noch Einiges über die Figuren selbst, welche auf verschiedenen Scheiben und bei verschiedenen Tönen sich bilden.

Die Knotenlinien auf rechteckigen Scheiben sind ursprünglich gerade Linien, die mit den Seiten der Scheibe parallel gehen, und sich folglich rechtwinklich durchschneiden. Die Entfernung der äußersten vom Rande ist halb so groß, als die zweier benachbarten Linien von einander, woraus man, wie wir schon oben erwähnten, ungefähr die Punkte des Angreifens und Anstreichens vorläufig bestimmen kann.

Je näher am Rande man angreift, desto höher der Ton, desto mehr Knotenlinien, desto zusammengesetzter die Klangfigur. Bei nicht gar großen Platten habe ich zu solchen hohen Tönen am besten gefunden, die Platte mit einer Kneipzange anzufassen, welches bei Anwendung gehöriger Vorsicht auch ganz wohl mit Glasstreifen und Glasplatten angeht, ohne sie zu zerbrechen.

Ob-

Obgleich, wie eben gesagt ist, die Knotenlinien der Rectangelscheiben ursprünglich gerade Linien sind, so bringt man sie doch, zumal bei hohen Tönen, wo die Linien ziemlich nahe zusammenfallen, nicht genau geradlinig heraus. Dies findet nur bei tiefen Tönen Statt, wo die Scheibe sich in wenige Abtheilungen theilt. Bei höheren Tönen sind die Knotenlinien — und dies giebt eben den Klangfiguren so viel Abwechselung — meistens gekrümmt in einander übergehend, sich diagonal neben einander hinschlängelnd, so daß man auf den ersten Blick die ursprüngliche geradlinige Bildung nicht mehr darin finden kann. Die Krümmungen laufen nicht einander parallel, sondern so, daß convexe und concave Stellen gegen einander gekehrt sind. Zuweilen sind die Biegungen auf der einen und auf der andern Hälfte der Scheibe symmetrisch. Die Figuren bekommen dadurch eine sehr unterhaltende Mannichfaltigkeit, die sich nicht wohl beschreiben, sondern nur durch Zeichnung darstellen läßt.

54.

Fortsetzung.

Auf der hier beigefügten Kupferplatte sehen meine jungen Leser einige solche Figuren abgebildet. Die ersten sechszehn Abbildungen haben den Zweck, die Reihe von Klangfiguren darzustellen, welche auf einer kleinen Messingplatte von 1 Zoll Breite und $6\frac{3}{8}$ Zoll rheinl. Länge herauszubringen sind, und zugleich den Uebergang der geraden Knotenlinien in gekrümmte zu zeigen. Ich habe diese Beispiele gerade gewählt, weil eine solche Messingplatte einem Jeden meiner jungen Leser zur Hand seyn wird; es ist nämlich nichts anders, als ein gewöhnlicher verjüngter Maßstab aus einem Reißzeuge.

Die erste Figur zeigt bloße Anhäufungen des Sandes, die sich bei Tönen bilden, die durch Anschlagen hervorgebracht werden. Diese Töne sind nicht so scharf und anhaltend, als die man durch den Strich eines Bogens erhält, daher sind auch keine so bestimmte Knotenlinien. Die Platte wird in ihrem Schwerpunkt auf dem Finger aufgelegt, und sodann mit der Spitze einer Scheere angeschlagen, welches man durch einen schnellen elastisch zurückspringenden Schlag verrichten kann, ohne daß die Platte herabgeworfen wird.

Die vier folgenden 2, 3, 4, 5, sind die einfachsten, bloß aus zwei, drei, vier und fünf

Quer-

Querlinien bestehenden Klangfiguren, die dann entstehen, wenn man den Strich an der schmalen Seite der Platte vollführt. Mehr als fünf Querlinien (ohne Längenlinien) werden bei einer Platte von den angezeigten Dimensionen nicht wohl gelingen. Die diesen Figuren zugehörigen Töne — (versteht sich für die von mir gebrauchte Platte) sind den Figuren beigeschrieben. Die Tonverhältnisse bei den verschiedenen Figuren zu untersuchen, liegt übrigens hier außer meinem Zwecke. Ich bemerke nur, daß es bei hohen Tönen schwer ist, sie bestimmt anzugeben. Sie lassen sich nicht wohl mehr mit den Tönen eines Klaviers oder eines andern Instruments vergleichen. Am besten ist noch die Violine dazu zu gebrauchen. Bei den Tönen der Scheiben, die in die fünf-gestrichene Octave und noch höher steigen, ist das Ohr nicht mehr sicher.

Die 6te und 7te Figur wollen wir hier noch übergehen.

Die 8te Figur stellt wieder eine unvollkommene Klangfigur dar, die durch Anschlagen, nicht durch Anstreichen hervorgebracht wird.

Fig. 9, 10, 11, 12, 13 stellen eine Folge von Klangfiguren dar, wo die ein, zwei, drei, vier, fünf Querlinien durch eine Längenlinie durchschnitten sind.

Mehr als e i n e Knotenlinie in der Länge läßt sich auf einer so schmalen Platte nicht herausbringen.

Schon

Schon bei diesen Figuren bemerken meine jungen Leser einigen Uebergang der senkrechten und horizontalen Linie in einander, in ihren Durchschnittspunkten, und zwar schon merklicher bei der 13ten Figur, die 5 Querlinien hat, als bei der 9ten, wo nur eine war.

Noch weit merklicher aber ist dieser Uebergang in der 14ten und 15ten Figur bei sechs und sieben Querlinien.

In diesen Klangfiguren bildet der Sand noch in allen vier Scheitelwinkeln um jeden Durchschnitt die hyperbolischen Krümmungen. Hingegen in der 16ten Figur mit 8 Querlinien, sind schon zwei Scheitelwinkel um jeden Durchschnittspunkt vom Sande beinahe ganz entblößt, und hier zeigt sich der Uebergang in Schlangenlinien.

Eben dies ereignet sich schon zuweilen bei einer geringern Anzahl Querlinien, wie in der 6ten und 7ten Figur bei fünf und sechs derselben.

Fig. 6 insbesondere stellt eine artige symmetrische Klangfigur dar, wo die Schlangenlinien in der einen Hälfte der Platte denen in der andern Hälfte entgegenlaufen, und in der mittlern Knotenlinie sich eine nach unten gerichtete Spitze bildet.

Alle diese Figuren werden meine jungen Leser bei einiger Geduld auf einem verjüngten Maßstabe ꝛc. leicht herausbringen, und gewiß Vergnügen daran finden.

Fig.

Fig. 17 und 18 zeigen ähnliche symmetrische Figuren auf einer Glasplatte, worin man die symmetrische Anordnung ebenfalls nicht ohne Vergnügen bemerken wird.

Bei einer und ebenderselben Platte, bei demselben Tone und denselben Punkten des Angreifens und Anstreichens, zeigt sich dennoch bald die eine, bald die andere Modification von Klangfiguren, bald die, wo die Linien einerlei Lage haben, wie Fig. 7 und 16, bald die, wo sich symmetrische Compartements bilden, wie Fig. 6, 17, 18. In welchen kleinen Nebenumständen der Grund dieser Verschiedenheiten liege, möchte schwer aufzufinden seyn.

Fig. 19 endlich stellt eine Klangfigur dar, wie sie auf einer breiteren Rectangelplatte herausgebracht wird, auf welcher mehrere Knotenlinien sowohl in die Länge als in die Breite Statt finden, und bei hohen Tönen mehrere diagonal neben einander hinlaufende Schlangenlinien bilden.

Von den auf Scheiben anderer Form, als kreisförmigen, elliptischen, entstehenden Klangfiguren, habe ich hier keine Abbildungen beigefügt, um die Figuren nicht zu vervielfältigen. Meine jungen Leser haben an dieser Probe genug, um zu eigenen Versuchen angereizt zu werden. Wer sich weiter darüber belehren will, muß ohnehin in der Folge Chladni's klassisches Werk über die Akustik studiren.

55.

T ö n e.

Ton nennen wir einen Klang, in so fern wir seine Höhe, das heißt die Schnelligkeit der Schwingungen, durch welche er entsteht, in Betrachtung ziehen.

Daß überhaupt Höhe eines Tones von der Schnelligkeit der Schwingungen abhänge, davon kann man sich leicht durch einen ganz einfachen Versuch überzeugen.

Gespannte Saiten sind dazu am besten zu gebrauchen. Bei diesen hat man die Anzahl der Schwingungen in seiner Gewalt: man kann sie beliebig langsamer oder schneller einrichten. Bei Saiten wird nämlich die Zahl der Schwingungen in einer gewissen Zeit, durch die Länge und Dicke der Saite und durch die spannende Kraft bestimmt; — wie? das wollen wir nachher hören.

Hier wollen wir uns zuvörderst durch ein ganz grobes Experiment davon versichern, daß eine Saite — (wir nehmen vorerst einen gemeinen Strick dazu), wenn sie nur halb so lang gemacht wird, wie sie erst war, ihre Schwingungen noch einmal so schnell mache. Davon müssen wir uns aber durch andere Sinne als durch das Ohr, also durch das Gesicht oder auch durch das Gefühl, versichern. Das Ohr können wir hierbei ursprünglich nicht zu Rathe ziehen; dieses

kann

kann unmittelbar nicht zum Zählen der Schwingungen verhelfen; denn wenn diese so schnell werden, daß sie aufs Ohr als Ton wirken, so sind sie zum Zählen, d. h. zur Bemerkung der Succession der einzelnen Schwingungen, schon viel zu schnell. Nachher, wenn wir erst durch Gesicht und Gefühl davon versichert sind, daß sich die Schwingungszahlen umgekehrt wie die Längen verhalten, und dann die Erfahrung damit verbinden, daß, je kürzer eine Saite, desto höher der Ton ist, — dann erst können wir durch das Ohr mittelbarer Weise gleichsam Schwingungen zählen, oder vielmehr ihre Zahl berechnen.

Das grobe Experiment, wovon ich vorhin sagte, ist nun folgendes, welches meine jungen Leser leicht für sich anstellen können.

Wir nehmen einen starken Bindfaden, ich will annehmen etwas über 12 Fuß lang, binden ihn mit dem einen Ende an irgend einen ziemlich feststehenden Gegenstand, z. B. an den obern Theil einer Stuhllehne, fest. An das andere Ende hängen wir ein Gewicht, ich will setzen von 1 Pfunde, und legen dieses Ende über eine andere Stuhllehne, so daß der Faden auf diese Art ungefähr horizontal und nur ziemlich schlaff gespannt ist. Man rücke die Stühle so lange, bis die Lehnen gerade 12 Fuß von einander stehen, also der horizontal gespannte Faden eben diese Länge hat. Sodann hebe man den Faden in der Mitte ein wenig in die Höhe, und lasse ihn wieder

los,

los, so wird er Schwingungen machen, die in einer senkrechten Ebne und langsam genug geschehen, um gezählt werden zu können. Man kann sie entweder durch das Gesicht zählen, oder fast noch besser durch das Gefühl. Letzteres, indem man mit einem Finger der linken Hand den Faden losschnellen läßt, und einen Finger der rechten Hand unter dem Faden hält, so daß dieser bei seinen Schwingungen den Finger leise anstößt.

Um nun die Anzahl von Schwingungen, welche der Faden in einer bestimmten Zeit macht, zu erfahren, muß man entweder eine Secunden-Taschenuhr, oder eine Secunden-Pendeluhr haben. Wer aber von meinen jungen Lesern etwa keins von beiden zur Hand hat, der kann sich auch durch einen selbstgemachten Secundenpendul zu diesem Behuf eben so gut helfen. Ein solcher Pendul ist aber ohne alle Umstände gemacht; man braucht dazu bloß einen 3 Fuß 2 Zoll rheinisch langen dünnen Bindfaden oder Zwirnfaden zu nehmen, an dessen Ende eine Flintenkugel oder sonst ein kleines Gewicht frey herabhängt, indem das obere Ende an einen Nagel befestigt ist. Diese simple Vorrichtung in Schwingung versetzt giebt genau genug die Secunden an. Man kann diese Secundenschläge des Penduls von einem Gehülfen zählen lassen, indem man selbst an dem unter dem horizontalen Faden gehaltenen Finger die

Schwin-

Schwingungen dieses Fadens zählt. Letztere werden ungefähr zehn Secunden lang noch merklich genug seyn, und man wird finden, daß (unter den beschriebenen Umständen, nämlich mit einem ziemlich dicken Bindfaden, einer Länge von 12 Fuß, und einem spannenden Gewicht von 1 Pfund) ungefähr 40 Schwingungen in 10 Secunden, also 4 Schwingungen in einer Secunde geschehen.

Nun rücke man die Stühle näher zusammen, so daß der horizontal gespannte Faden nur gerade die Hälfte der vorigen Länge, nämlich 6 Fuß hat; wobei man das Gewicht von 1 Pfund unverändert läßt, nur aber dasselbe so anbindet, daß es nicht auf die Erde stößt, sondern wieder wie vorhin frei über die Lehne des zweiten Stuhls herabhängt. Man beobachte nun die Schwingungen an den Berührungen, die der untergehaltene Finger empfängt, so wird man finden, daß gerade noch einmal so viel Schwingungen in derselben Zeit, nämlich 8 in jeder Secunde erfolgen.

So hätten wir uns durch eine ganz leichte Erfahrung davon überzeugt, daß bei halb so großer Länge noch einmal soviel Schwingungen Statt finden, vorausgesetzt, daß Dicke des Fadens und spannende Kraft unverändert bleiben.

56.

Schwingungsgesetze.

Genauere Versuche bestätigen nun im Allgemeinen folgendes Gesetz, was sich a priori, aus der Theorie des Penduls, die ich hier weder lehren noch voraussetzen kann, ableiten läßt:

Die Schwingungszahlen in einerlei Zeit verhalten sich umgekehrt wie die Längen der Saiten, wenn die übrigen Stücke, nämlich Dicke und Spannung, unverändert bleiben.

So läßt sich auch folgendes Gesetz, welches ebenfalls aus der Lehre von Pendulschwingungen folgt, durch Erfahrung bestätigen:

Die Schwingungszahlen in einerlei Zeit verhalten sich auch umgekehrt wie die Durchmesser der Saiten, wenn die übrigen Stücke, nämlich Länge und Spannung, unverändert bleiben.

Und endlich merken wir uns noch folgendes Gesetz, welches wie die beiden vorigen aus Theorie und Erfahrung sich ergiebt:

Die Schwingungszahlen in einerlei Zeit verhalten sich directe wie die Quadratwurzeln aus den spannenden Kräften, wenn die übrigen Stücke, nämlich

lich Länge und Dicke, unverändert bleiben.

Wir können auch die obigen drei Gesetze in ein einziges zusammenfassen:

Die Schwingungszahlen in einerlei Zeit verhalten sich, umgekehrt wie die Längen, umgekehrt wie die Durchmesser der Saiten, und direct wie die Quadratwurzeln aus den spannenden Kräften.

In Buchstabenausdrücken wird dies so aussehen. Es seyen

	der ersten Seite	der zweiten Seite
Schwingungszahlen	N	n
Längen	L	l
Durchmesser	D	d
Spannende Kräfte	P	p

so verhält sich demnach

$$N : n = \begin{cases} l : L \\ d : D \\ \sqrt{P} : \sqrt{p} \end{cases}$$

oder $N : n = ld.\sqrt{P} : LD.\sqrt{p}$

oder $N : n = \dfrac{\sqrt{P}}{LD} : \dfrac{\sqrt{p}}{ld}$

Das heißt: die Schwingungszahlen verhalten sich wie die Quadratwurzeln der spannenden Kräfte dividirt durch Länge und Durchmesser.

Man

Man kann auch statt Durchmesser das absolute Gewicht der Saite in die Verhältniß bringen; nämlich auf folgende Art:

Statt der obigen Proportion

$$N : n = \frac{\sqrt{P}}{LD} : \frac{\sqrt{p}}{ld}$$

kann man auch so schreiben

$$N : n = \frac{\sqrt{P}}{\sqrt{L^2D^2}} : \frac{\sqrt{p}}{\sqrt{l^2d^2}}$$

weil man die Nenner LD und ld offenbar als die Wurzeln von L^2D^2 und l^2d^2 ansehen kann.

Nun aber bedenke man, daß das Gewicht solcher cylindrischen Körper, wie die Saiten sind, sich ohne Zweifel wie ihr körperlicher Inhalt, das heißt, wie die Produkte aus der Durchschnittsfläche in die Länge, verhalte. Da nun wiederum die kreisförmige Durchschnittsfläche sich wie das Quadrat des Durchmessers verhält, so verhält sich das Gewicht wie das Produkt aus der Länge in das Quadrat des Durchmessers. Wenn wir also die Gewichte der beiden Saiten, deren Schwingungen wir vergleichen wollen, durch G und g bezeichnen, so ist

$$G : g = L.D^2 : l.d^2$$

Daher können wir denn statt L^2D^2 und l^2d^2 auch so schreiben LG und lg und folglich die vorige Proportion

N:

$$N : n = \frac{\sqrt{P}}{\sqrt{L^2 D^2}} : \frac{\sqrt{P}}{\sqrt{l^2 d^2}}$$

nun in folgende verwandeln

$$N : n = \frac{\sqrt{P}}{\sqrt{LG}} : \frac{\sqrt{P}}{\sqrt{lg}}$$

oder

$$N : n = \sqrt{\frac{P}{LG}} : \sqrt{\frac{p}{lg}}$$

Dieses Gesetz in Worten ausgedrückt hieße also:

Die Schwingungszahlen in einerlei Zeit verhalten sich wie die Quadratwurzeln aus den spannenden Kräften dividirt durch Länge und Gewicht.

Das Gesetz, was uns hier besonders interessirt, ist das erste, worauf wir schon durch den oben beschriebenen rohen Versuch geführt wurden, nämlich daß die Schwingungszahlen sich umgekehrt wie die Längen verhalten, wenn die Dicke und spannende Kraft dieselbe bleibt.

57.
Tonverhältnisse.

Wir nehmen nun eine Saite und spannen sie auf ein Bret, oder wenn wir es haben können, auf ein mit einem Resonanzboden versehenes, eigends dazu eingerichtetes Instrument, welches man wegen der einzelnen aufgespannten Saite Monochord nennt. Es können auch mehrere, z. B. vier Saiten wie auf der Violine, neben einander darauf gespannt werden, da es denn ein Tetrachord seyn würde. Ueberhaupt würde es seinem Zwecke nach die Benennung Sonometer führen.

Auf einem solchen einfachen Instrumente können wir, wenn uns auch an jenen Vergleichungen, welche die spannenden Kräfte betreffen, gelegen ist, die Saiten an ihrem untern Ende durch Gewichte spannen; wenn wir aber bloß die Längen der Saiten in Betrachtung ziehen, so können wir es durch Wirbel, wie bei den gewöhnlichen Saiteninstrumenten, bewerkstelligen. Durch bewegliche Stege von gehöriger Höhe, das heißt so hoch, daß sie unter die Saite gesetzt diese zwar stemmen, aber nicht merklich stärker ausspannen; — durch solche bewegliche Stege also können wir nach Gefallen Stücke von bestimmter Länge von der ganzen Saite abschneiden, und jedes Stück

für

für sich vermittelst eines Federkiels tönen lassen. Die Töne, welche man auf diese Weise erhält, lassen sich sodann mit dem Ton der ganzen Saite (dem Grundtone) vergleichen, und das um so leichter, wenn man zwei Saiten neben einander so gespannt hat, daß beide ganze Saiten einen und ebendenselben Grundton geben. Man kann dann beide Töne nach Gefallen successiv oder auch zugleich anschlagen, ihren Abstand von einander in Ansehung der Höhe und Tiefe, ihr Intervall, durch das Gehör empfinden, und aus den Längen, vermittelst des erwähnten Gesetzes, ihre Schwingungsverhältnisse bestimmen.

Auch die absoluten jedem Tone zugehörigen Schwingungszahlen lassen sich daraus bestimmen; indeß kömmt es uns beim Monochord eigentlich nur auf Erforschung der Verhältnisse der Schwingungszahlen bei den verschiedenen Intervallen an.

Bei dem Zusammenklingen zweier Töne empfindet auch das ungeübteste Ohr entweder einen angenehmen und beruhigenden oder einen minder oder mehr unangenehmen und beunruhigenden Eindruck. Die Beiwörter, beruhigend und beunruhigend, werden meine jungen Leser gewiß ihrer eigenen Empfindung gemäß und passend finden. Bei den letzteren, den für sich unangenehmen

und beunruhigenden Intervallen strebt unser Gefühl gleichsam noch ein darauf folgendes beruhigendes zu vernehmen. Die für sich angenehmen Intervalle nennt man Consonanzen, die für sich nicht angenehmen Dissonanzen. Einige machen gleichsam den Uebergang zwischen beiden. Wir werden sogleich sehen, daß jenen die einfacheren Zahlenverhältnisse, diesen die minder einfachen zugehören.

Lassen wir zuerst auf unserm mit zwei Saiten bespannten Sonometer beide gleichlange Saiten in ihrer ganzen Länge, so ist der Ton vorausgesetztermaßen bei beiden ganz derselbe. Sie geben einen Unison. Ihre Schwingungszahlen sind gleich, so wie ihre Längen; oder ihr Verhältniß ist 1 zu 1.

Theilen wir die eine Saite in zwei gleiche Theile, indem wir einen beweglichen Steg genau unter ihre Mitte setzen, so giebt jede Hälfte der Saite einen Ton, der dem Grundtone vollkommen ähnlich aber höher ist. Wir nennen dieses Intervall eine Octave, oder auch den höheren Ton selbst die Octave des Grundtons. Da die Schwingungszahlen sich nun umgekehrt wie die Saitenlängen verhalten, so ist das Verhältniß des Grundtons zur Octave 1 zu 2.

Theilen wir die Saite in drei Theile und setzen den Steg unter dem Endpunkte eines Drittheils so, daß also das eine Stück noch einmal so lang ist, wie das andere; so giebt jenes die Quinte des Grundtons, dieses Octav dieser Quinte an. Die Schwingungszahlen des Grundtons und der Quinte verhalten sich demnach wie 2 zu 3.

Theilen wir aber die Saite in vier Theile, so geben drei Viertel derselben die Quarte des Grundtons, daß also die Schwingungszahlen des Grundtons und der Quarte sich verhalten wie 3 zu 4.

Theilen wir die Saite in fünf Theile, so geben drei Fünftel die große Sexte. Das Schwingungsverhältniß des Grundtons und der großen Sexte ist daher 3 zu 5.

Nehmen wir aber vier Fünftel der Saite, so ist der Ton die große Terz. Das Schwingungsverhältniß des Grundtons und der großen Terz ist also 4 zu 5.

Theilen wir die Saite in sechs Theile, so geben fünf Sechstel die kleine Terz, und das Schwingungsverhältniß des Grundtons und der kleinen Terz ist 5 zu 6.

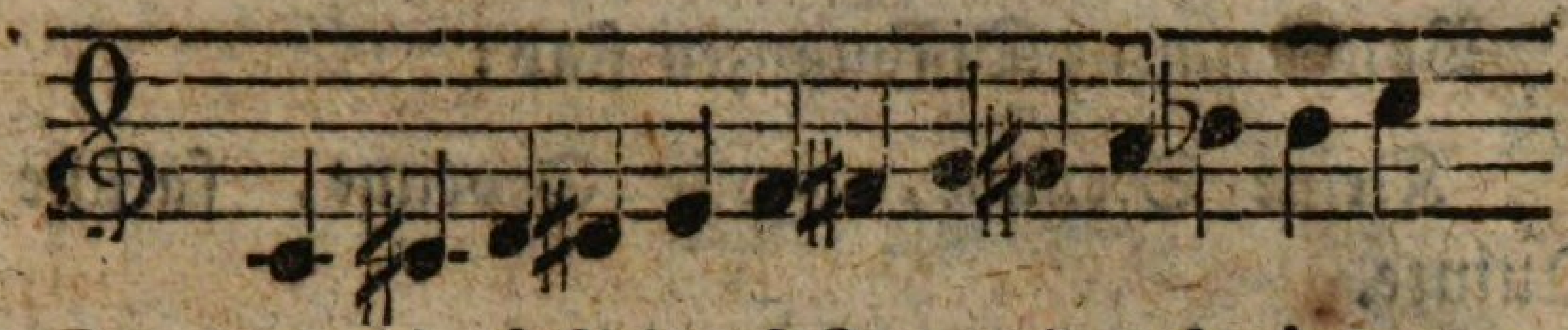
Wir könnten nun auch die Saite in sieben Theile theilen, so würden vier Siebentel eine

sehr niedrige Septime oder einen Ton geben, der um ein weniges höher ist als die große Sexte; allein dieser Ton, obgleich er auf Waldhörnern und ähnlichen Blaseinstrumenten freiwillig anspricht, ist doch bei Stimmung unserer Saiteninstrumente und Pfeifenwerke, Claviere, Orgeln, nicht angenommen, sondern man nimmt dafür den Ton, den man erhält, wenn man die sechszehn Theile theilt und davon neun nimmt.

Theilen wir die Saite in acht Theile, so geben fünf Achtel derselben die kleine Sexte, und das Schwingungsverhältniß des Grundtons zur kleinen Sexte ist 5 zu 8.

Theilen wir die Saite in neun Theile, so geben acht Neuntel derselben die große Secunde, welches Intervall man auch einen ganzen Ton nennt. Die Schwingungszahlen des Grundtons und der großen Secunde sind daher 8 zu 9.

Anstatt diese Eintheilung der Saite in mehrere Theile, und welche Töne daraus erhalten werden, weiter zu beschreiben, will ich meinen jungen Lesern hier nur eine kurze Uebersicht der ganzen Tonscale hersetzen, und die Schwingungszahlen jedem Tone beifügen.



		Schwingungsverhältniß.
c	Octav	1 : 2
h	Große Septime	8 : 15
b	Kleine Septime	16 : 9
a	Große Sexte	3 : 5
gis	Kleine Sexte	5 : 8
g	Quinte	2 : 3
fis	Falsche Quinte	45 : 64
f	Quarte	3 : 4
e	Große Terze	4 : 5
dis	Kleine Terze	5 : 6
d	Große Secunde	8 : 9
cis	Kleine Secunde	15 : 16
c	Grundton (Unison)	1 : 1

Die erste Zahl in den beigeschriebenen Schwingungsverhältnissen gehört immer dem Grundton, die letzte dem Intervalle zu, neben welchem die Verhältniß steht.

Diese Intervalle sind nun, wie oben schon angemerkt wurde, theils Consonanzen, theils Dissonanzen, und wir können beide wiederum in vollkommene und unvollkommene theilen.

Vollkommene Consonanzen sind:

Unison, Octave, Quinte, Quarte.

Unvollkommene Consonanzen sind:

Große Terz, kleine Terz; große Sexte, kleine Sexte.

Voll-

Vollkommene Dissonanzen sind:

Kleine Secunde, große Septime, falsche Quinte.

Unvollkommene Dissonanzen sind:

Große Secunde, kleine Septime.

Wir müssen jedoch hierbei noch anmerken, daß die Quarte nicht von Allen zu den vollkommenen Consonanzen gerechnet wird, und daß die Abtheilung der Dissonanzen auch nicht eben so ganz einmüthig angenommen wird.

Ueberhaupt müssen meine jungen Leser nicht glauben, daß die Lehre von den Tonverhältnissen im Obigen erschöpft sey. Wir könnten uns noch viel länger darüber unterhalten, allein es würde für den gegenwärtigen Raum und Zweck zu weit führen. Wie viel Töne, die zum Grundton sämmtlich dissoniren, kann man nicht noch zwischen die oben genannten legen! Wie mancherlei Eintheilungen der Saite außer den beschriebenen könnte man nicht noch machen!

58.

Temperatur.

Nur eines Umstandes will ich hier noch erwähnen, der z. B. beim Stimmen eines Claviers wichtig ist. Man verlangt bekanntlich, daß ein Clavier rein gestimmt seyn soll. Ich kann voraussetzen, daß meine jungen Leser, wenigstens manche unter ihnen, einen Anfang im Clavierspielen gemacht haben, und wissen, wie unerträglich es sich auf einem schlecht gestimmten Instrumente spielt. Aber schwerlich haben sie noch darüber nachgedacht, was dazu gehört, ein Instrument rein zu stimmen; und ich will ihnen hier die auf den ersten Blick vielleicht seltsam klingende Behauptung aufstellen, daß eine vollkommen reine Stimmung eines Claviers geradezu unmöglich ist.

Unmöglich? werden meine Leser fragen, und warum? kann man denn nicht reine Octaven, Quinten, Quarten, Terzen u. s. w. entweder nach geübtem Gehör, oder nach dem Monochord stimmen?

Freilich wohl! aber wir wollen sogleich sehen, wie wir damit im Ganzen durch mehrere Octaven hindurch auskämen.

Zu-

Zuvörderst also müssen wir doch wohl durchaus reine Octaven auf unserem Clavier haben, denn wenn diese schon unrein wären, so würde es ganz unerträglich seyn.

Nun wohl! aber doch auch die Quinten, als die reinste Consonanz nächst der Octave, werden wir rein stimmen müssen?

Ohne Zweifel werden meine jungen Leser dies sogleich bejahen, und sehr nothwendig finden.

Aber ich behaupte, daß reine Octaven und reine Quinten durch alle Octaven hindurch gar nicht mit einander bestehen können, — und hier ist mein Beweis, der nichts weiter als ein wenig Rechnen erfordert.

Die reine Quinte des Grundtons gehört auf dem Monochord $\frac{2}{3}$ der Saite zu.

Hievon wieder die reine Quinte würde wieder $\frac{2}{3}$ von jenem $\frac{2}{3}$, also $\frac{4}{9}$ der ganzen Saite seyn.

Hievon wieder die Quinte, würde $\frac{2}{3}$ von jenen $\frac{4}{9}$ oder $\frac{8}{27}$ der ganzen Saite seyn.

Wie dies weiter fortgeht, brauche ich nicht wörtlich hinzuschreiben. Nun wäre denn die Frage, ob wir unter allen diesen reinen Quinten am Ende auch wieder auf reine Octaven kämen?

Ich will mich deutlicher machen.

Ge-

Gesetzt, wir fangen vom Grundton, einem tiefen C an, in reinen Quinten aufwärts fortzustimmen, so würden diese folgende Tonreihe durch acht Octaven hindurch geben in der

1ten	2ten	3ten	4ten	5ten	6ten	7ten	8ten Octave
c,g	d,a	e,h	fis	cis,gis	dis,b	f	c

Wenn nun dieses letzte hohe c zu dem tiefen C, und allen zwischenliegenden reinen Octaven rein stimmen soll, so muß es $\frac{1}{128}$ der Saitenlänge seyn. Aber wenn es zugleich in die Reihe der reinen Quinten rein stimmen soll, so muß es — meine Leser werden freilich vor dem Bruch erschrecken — $\frac{4096}{531441}$ der ganzen Saite seyn; wie aus folgenden Zahlenreihen erhellet, deren oberste die Saitenlängen der reinen Octaven, die unterste der reinen Quinten darstellt.

Erste

Erste	zweite	dritte	vierte	fünfte	sechste	siebente	achte Octav
c 1	c $\frac{1}{2}$	c $\frac{1}{4}$	c $\frac{1}{8}$	c $\frac{1}{16}$	c $\frac{1}{32}$	c $\frac{1}{64}$	c $\frac{1}{128}$
c, g 1, $\frac{2}{3}$	d, a $\frac{4}{9}$, $\frac{8}{27}$	e, h $\frac{16}{81}$, $\frac{32}{243}$	fis $\frac{64}{729}$	cis, gis $\frac{128}{2187}$, $\frac{256}{6561}$	dis, b $\frac{512}{19683}$, $\frac{1024}{59049}$	f $\frac{2048}{177147}$	c $\frac{4096}{531441}$

Um zu sehen, wie viel der Unterschied zwischen den beiden c betrage, müßte man $\frac{1}{128}$ und $\frac{4096}{531441}$ auf einerlei Nenner bringen;

da

da würde $\frac{1}{128} = \frac{531441}{68024448}$
und $\frac{4096}{531441} = \frac{524288}{68024448}$

letzteres kleiner
als ersteres um $= \frac{7153}{68024448}$

Also die Saitenlänge von dem c, was in der achten Octave nach reinen Quinten erhalten, würde beträchtlich zu klein, also der Ton c beträchtlich zu hoch.

Da sehen also meine Leser die Wahrheit bestätigt, daß nichts vollkommen in der Welt ist, nicht einmal eine reine Clavierstimmung. Man muß, um die Octaven rein zu erhalten, von den Quinten etwas abnehmen, man muß sie, wie der Kunstausdruck lautet, temperiren, unter sich schweben lassen; das heißt, man muß sich ein kleines Uebel gefallen lassen, um dem größern aus dem Wege zu gehen, wie das im menschlichen Leben oft der Fall ist.

Aber wenn wir uns weiter in die Materie von Temperatur der Töne und von großen und kleinen Uebeln einließen, so möchte ein dickes Buch daraus werden, und das wäre eben auch ein großes Uebel. Also wollen wir lieber hier eine Fermate machen.

14

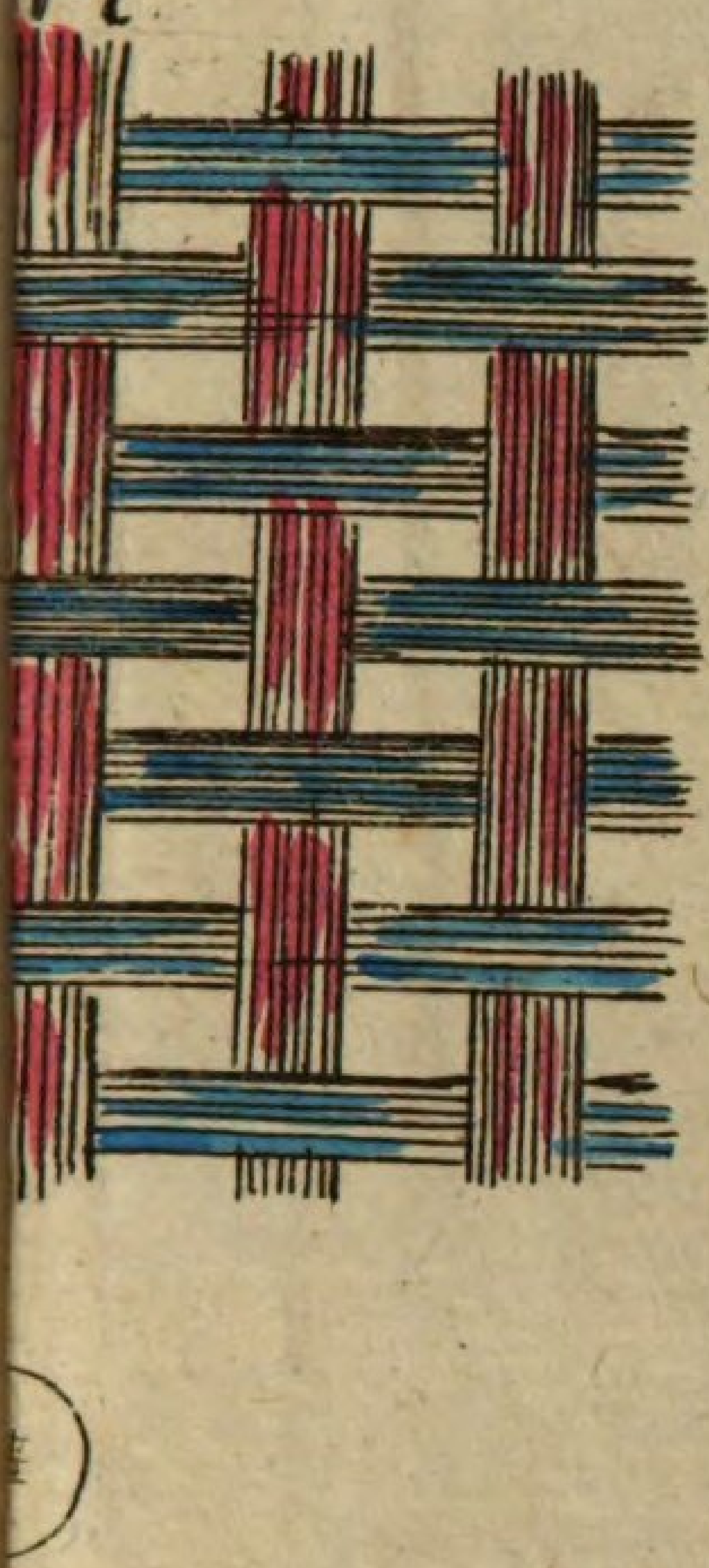


Fig. 13.

Tab. III.

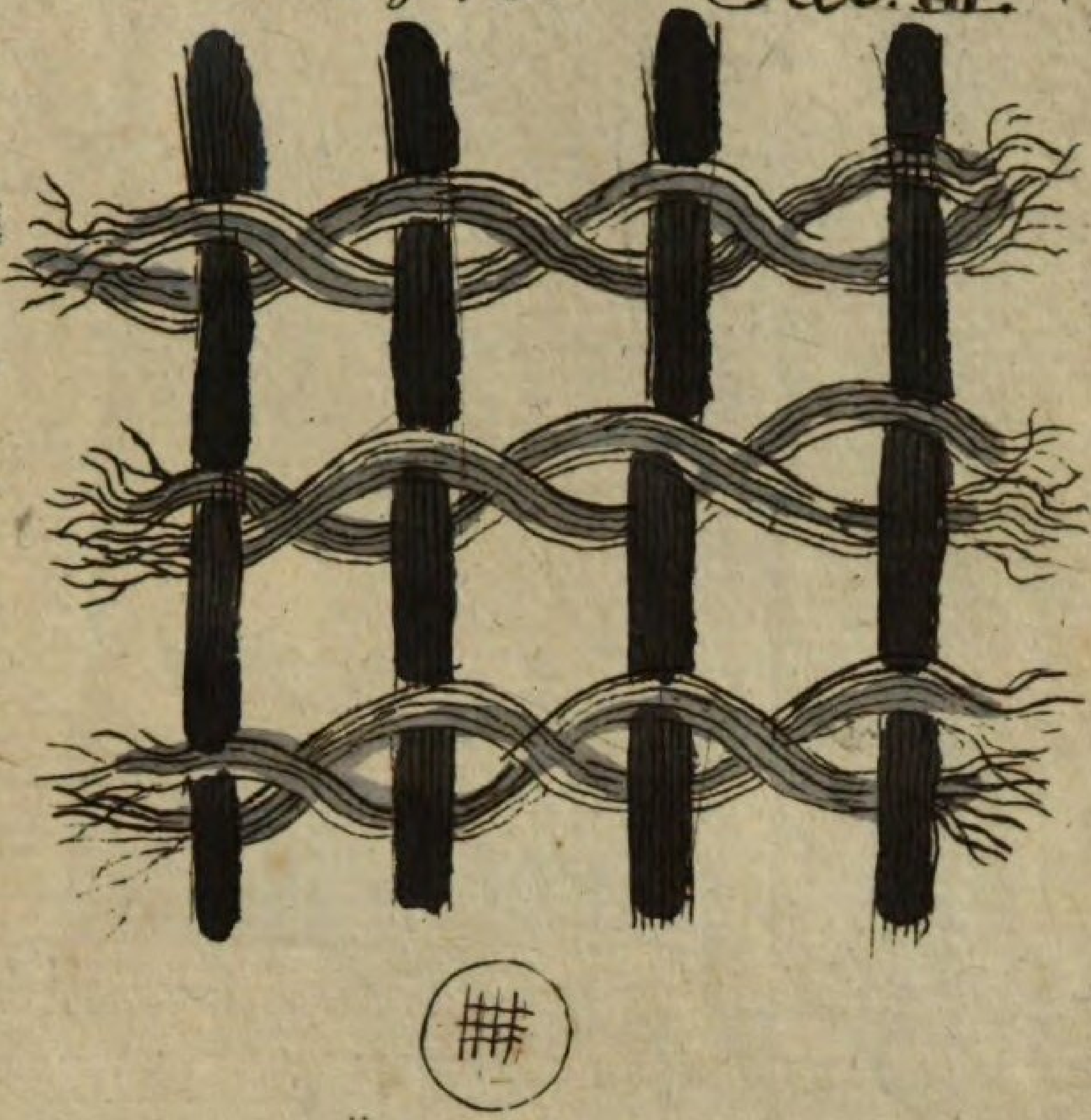


Fig 17

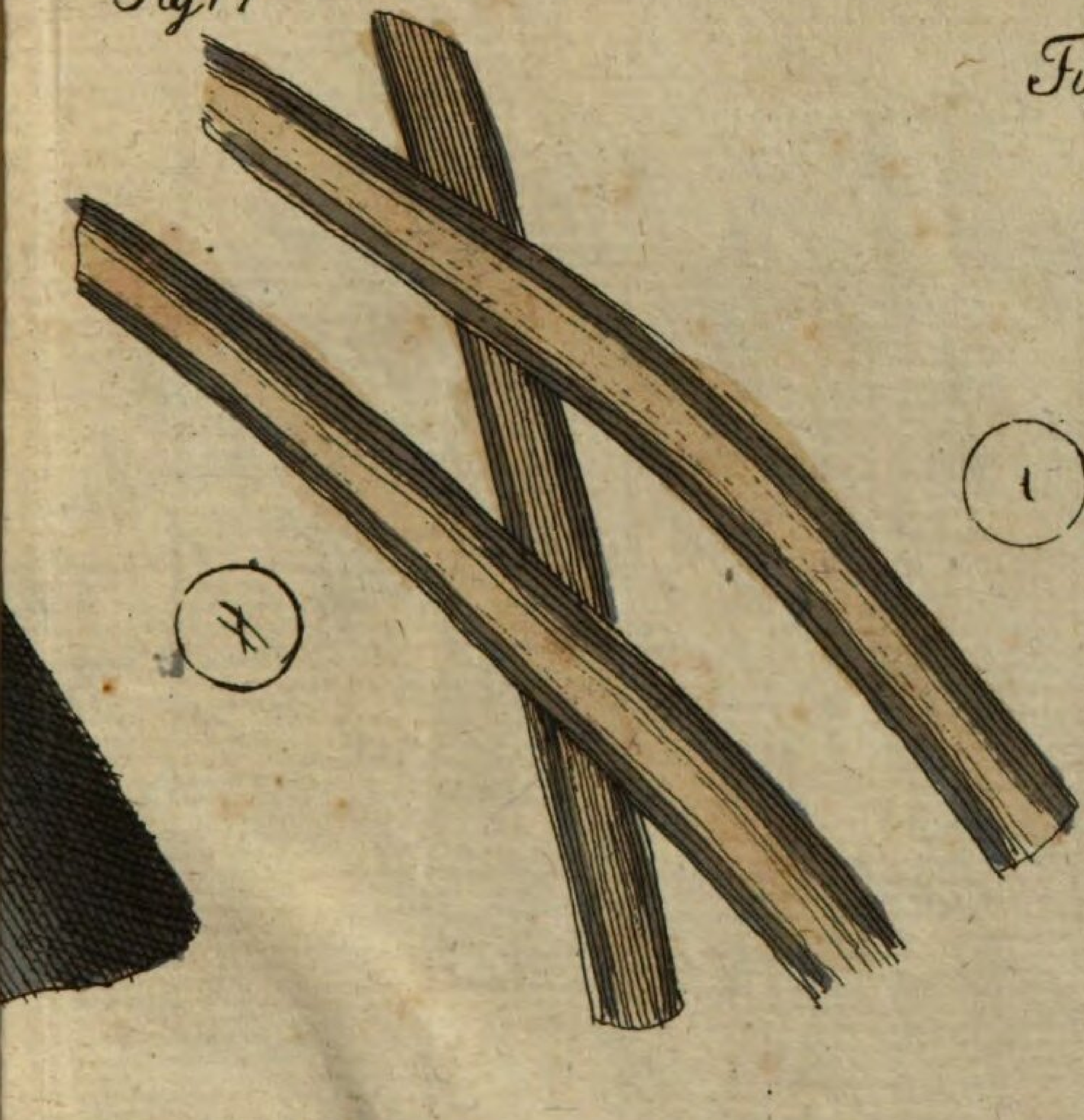


Fig. 16.

BSB Bayerische StaatsBibliothek

MDZ Münchener DigitalisierungsZentrum Digitale Bibliothek

Vieth, Gerhard Ulrich Anton,

Physikalischer Kinderfreund

Bd.: 8

Leipzig (1806)

Regensburg, Staatliche Bibliothek -- 999/Philos.1936(8
urn:nbn:de:bvb:12-bsb11110707-7